

VOYAGE

AUTOUR DU MONDE

EXÉCUTÉ PENDANT LES ANNÉES 1836 ET 1837

SUR LA CORVETTE

LA BONITE

COMMANDÉE PAR M. VAILLANT
Capitaine de Vaisseau

Publié par ordre du Roi

SOUS LES AUSPICES DU DÉPARTEMENT DE LA MARINE.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE

PAR M. E. CHEVALIER,

LIEUTENANT DE VAISSEAU, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

PARIS

ARTHUS BERTRAND, ÉDITEUR
Libraire de la Société de Géographie, rue Hautefeuille, 23.

Paris. – Typographie de Firmin Didot frères, rue Jacob, 56.



VOYAGE
AUTOUR DU MONDE

VOYAGE
AUTOUR DU MONDE.

Paris. – Typographie de Firmin Didot frères, rue Jacob, 56.

VOYAGE

AUTOUR DU MONDE

EXÉCUTÉ PENDANT LES ANNÉES 1836 ET 1837

SUR LA CORVETTE

LA BONITE

COMMANDÉE PAR M. VAILLANT
Capitaine de Vaisseau

Publié par ordre du Roi

SOUS LES AUSPICES DU DÉPARTEMENT DE LA MARINE.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE

PAR M. E. CHEVALIER,

LIEUTENANT DE VAISSEAU, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

PARIS

ARTHUS BERTRAND, ÉDITEUR

Libraire de la Société de Géographie, rue Hautefeuille, 23.

1844.

AVERTISSEMENT.

Ce volume contient les observations faites pendant le cours du voyage de *la Bonite* sur la constitution géologique des différents points visités par ce bâtiment. Nous avons cru devoir y ajouter différents faits qui, quoique concernant plus spécialement la physique du globe, peuvent à divers titres intéresser le géologue.

La plupart de nos points de relâche ayant été fréquemment visités par les voyageurs, nous n'avons pas la prétention de donner un grand nombre de faits nouveaux, mais comme la géologie est une science encore peu répandue par rapport à son importance, nous avons pensé

qu'il y avait encore bien des choses à dire pour donner une idée des différents dépôts qui paraissent à la surface du globe dans les points que nous avons vus.

Aux observations qui nous sont personnelles, nous avons ajouté un résumé succinct de celles faites par nos prédécesseurs qui nous ont paru pouvoir entrer dans notre cadre. Les principales sources auxquelles nous avons puisé, sont d'abord la nouvelle édition de la Géographie de Malte-Brun, continuée par M. Huot; les recueils périodiques des sociétés géologiques françaises et anglaises; les ouvrages des missionnaires américains, et les voyages publiés par les diverses expéditions françaises.

Chacun des chapitres de ce livre contient l'énumération des observations faites dans une relâche. Un court sommaire, précédant chaque chapitre et répété dans la table des matières, est destiné à faciliter les recherches.

Les classifications qui servent de base au cours que M. Cordier professe au muséum, et d'après lesquelles les collections de la galerie de géologie sont disposées, sont celles qui ont été adoptées dans cet ouvrage. Ce système n'a point été pu-

blié, et je remercie M. le professeur Cordier d'avoir bien voulu m'autoriser à le donner à la suite de mon travail.

Les roches et les minéraux, dont la description suivra, après chaque chapitre, les détails géologiques relatifs aux points de relâche, ont été déterminés au muséum sous la surveillance de M. Cordier. M. V. Raulin a mis à cette détermination une attention toute particulière, et a bien voulu m'aider de conseils qui m'ont souvent été fort utiles. Je le prie d'en recevoir ici mes remercîments.

INSTRUCTIONS

CONCERNANT

LA GÉOLOGIE ET LA MINÉRALOGIE,

RÉDIGÉES PAR M. CORDIER.

La plus grande partie des observations que le géologue et le minéralogiste peuvent avoir à faire dans un voyage de long cours, ayant été prévues tant dans l'agenda qui termine les voyages de Saussure que par l'instruction publiée par l'administration du Muséum, et ces documents devant nécessairement être emportés par messieurs les officiers de l'expédition de *la Bonite,* nous nous bornerons, dans les présentes instructions, à recommander les objets suivants.

On s'attachera à recueillir les échantillons propres à représenter et à caractériser la constitution géologique de chaque point où l'expédition abordera. On aura soin, avant tout, de prendre les roches les plus

communes, celles qui forment réellement la charpente du pays, s'il est permis de s'exprimer ainsi.

On ne donnera quelque attention aux roches accidentelles que lorsqu'elles présenteront quelque intérêt par leur composition, leur contexture, leur interposition, ou par les débris organiques qu'elles pourraient contenir. On se tiendra en garde contre la tentation de rapporter des raretés peu significatives; telles, par exemple, que de grandes masses de stalactite calcaire. Il faut que la collection géologique d'une contrée offre en petit la représentation fidèle de sa composition; ce sont donc les matériaux les plus vulgaires dont, en général, on devra prendre le plus d'échantillons.

C'est sur les masses en place que les échantillons devront toujours être pris, excepté dans quelques cas très-rares; leur forme et leur fraîcheur sont plus importantes qu'on ne le pense généralement; leur cassure devra être nette sur chaque face, à moins qu'il n'y ait quelque motif pour conserver les surfaces naturelles; leur forme devra, autant qu'il sera possible, être celle d'un parallélipipède ayant 12 à 13 centimètres de longueur sur 10 de largeur, avec une épaisseur de 3 à 4 centimètres au plus. On s'écartera de ces dimensions toutes les fois qu'il y aura un accident notable à conserver. On pourra faire une exception plus grande encore à l'égard des roches dont les fragments naturels, d'un gros volume, présenteraient une configuration remarquable; telles sont, par exemple, les laves prismées. Il serait intéressant de rapporter



quelques gros prismes de ce genre pris dans les diverses contrées volcaniques où l'on relâchera.

Sous la dénomination de *roche,* il faut comprendre les matériaux de couches meubles, tels que les cendres volcaniques, les lapillis, les tufas, les sables, les argiles, les marnes, les pierres calcaires friables et toutes les substances analogues. Ces substances ont tout autant d'intérêt que les matériaux des couches les plus solides et les plus anciennes de la terre.

On notera exactement le lieu où l'on aura pris chaque échantillon, la distance et la situation à l'égard, soit de la côte, soit d'un point géographique connu dans l'intérieur du pays, sa hauteur au-dessus du niveau de la mer, la nature et l'importance du rôle que joue la roche à laquelle il a appartenu.

Partout où l'on pourra séjourner, non-seulement on cherchera à réunir tous les échantillons correspondants aux observations qui auront été faites au moyen des reconnaissances qui seront poussées dans différentes directions, mais encore on s'attachera à faire, autant qu'il sera possible, la monographie exacte d'une ou plusieurs collines ou montagnes, que l'on pourrait considérer comme plus caractéristique que les autres. Dans ce dernier but, on prendra des échantillons de toutes les couches, depuis le pied de la montagne jusqu'au sommet, en tenant note de l'épaisseur de ces couches, et l'on accompagnera le catalogue d'une coupe figurative, tracée au simple trait, sur laquelle on placera des numéros qu'on répétera sur les étiquettes des échantillons. De telles séries sont extrê-

mement utiles, en ce que les considérations que l'on peut en déduire sont positives et irrécusables; on les multipliera autant qu'on le pourra; on procédera de même à l'égard de tous les escarpements, de toutes les falaises qu'on aura occasion d'aborder.

A l'égard des débris organiques fossiles, on en recueillera le plus grand nombre qu'il sera possible, en commençant par ceux qui sont les plus abondants dans chaque localité, car ce sont ceux dont la présence est en général plus caractéristique. Cependant, lorsqu'on en aura la facilité, on n'en négligera aucun, surtout s'il s'agit de plantes fossiles ou d'ossements d'animaux vertébrés. On y joindra des morceaux de la roche environnante, et l'on notera constamment la hauteur au-dessus du niveau de la mer.

C'est surtout à l'égard des anciens conglomérats madréporiques et coquilliers particuliers aux îles du grand Océan, et des amas du même genre qui sont encore meubles, qu'on devra plus soigneusement noter l'élévation au-dessus de la mer. Il n'est pas moins important de déterminer la structure et la hauteur des collines et des montagnes qui sont formées de ces amas ou de ces conglomérats, l'épaisseur et le gisement des assises qui les composent, l'étendue qu'elles occupent dans chaque pays, si elles contiennent des couches d'une autre nature, et, par exemple, des couches volcaniques, ou simplement des argiles, des sables ou des pierres calcaires de différents grains.

Enfin, on rapportera, mais comme terme de comparaison, des échantillons de ces autres conglomé-

rats tout à fait modernes, composés également de madrépores et de coquilles qui se forment et qui s'étendent tous les jours sur les hauts fonds du grand Océan. On ne prendra ces échantillons qu'au-dessous du niveau moyen des eaux, et après que l'on aura bien reconnu que les bancs sont réellement formés par des mollusques et des zoophytes qui vivent encore actuellement dans les mêmes lieux.

Il est convenable d'ajouter maintenant que si, sur quelques points, on venait à trouver quelque minéral digne d'être recueilli comme espèce proprement dite, on s'attacherait, dans le choix des échantillons, à la perfection des formes cristallines, au volume des cristaux, à la netteté des couleurs ; ce qui ne dispenserait pas de récolter les gangues et de prendre toutes les notes convenables sur les gisements.

Dans le même but, purement minéralogique, on ne négligera pas de se procurer les substances minérales employées comme ornements ou à divers usages par les naturels de chaque pays, ainsi que celles qui sont l'objet d'un commerce tant aux îles Philippines que sur les côtes de la Chine et de la Cochinchine. On pourra, par exemple, acheter à peu de frais une certaine quantité de ces pierres fines brutes que les lapidaires et les joailliers des Indes orientales mettent au rebut à raison de diverses imperfections, et parmi lesquelles se trouvent souvent des cristaux d'une belle conservation. On se procurera également, si on le peut, des échantillons du minerai d'étain de Malacca.

Enfin, au Pérou, on fera chez les marchands de pierres fines les recherches nécessaires pour se procurer des émeraudes de rebut de tout volume, pourvu qu'elles soient bien cristallisées.

Comptes rendus, séance du 23 novembre 1835.



RAPPORTS

SUR

LES RÉSULTATS DU VOYAGE

DE *LA BONITE* AUTOUR DU MONDE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

(Rapporteur : M. Cordier.)

Le soin de former des collections géologiques et minéralogiques pendant les relâches de *la Bonite*, a été confié à M. Chevalier, enseigne de vaisseau, qui a su s'en acquitter avec succès, malgré le peu de temps que lui laissaient d'autres services, et quoiqu'il n'y fût pas préparé ; car ce n'est qu'après le départ de l'expédition, qu'il a eu connaissance du surcroît de travail qui était imposé à son activité éclairée et à son dévouement.

Les collections consistent en plus de 1,300 échantillons, dont 1,100 sont catalogués et accompagnés de notices propres à faire connaître exactement les circonstances du gisement. Les autres échantillons sont des roches ou des minéraux métalliques, qui ont été donnés à M. Chevalier par différentes personnes

avec lesquelles il a été en rapport, soit en Amérique, soit dans les Indes orientales.

La constitution des deux premiers points de relâche, Rio-Janeiro et Montevideo, est bien connue; mais il s'agissait d'augmenter et de compléter les matériaux que nous en possédons : c'est ce qui a été fait au moyen de 80 échantillons et de croquis, indiquant la manière dont les roches primordiales qui ont été recueillies, s'insèrent les unes dans les autres.

Sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, les recherches ont porté sur cinq points, dont les deux extrêmes, Valparaiso et Guayaquil, sont distants d'environ 750 lieues.

Les environs de Valparaiso ont fourni une belle suite des éléments qui composent le terrain dioritique stratiforme que nous y connaissions déjà; mais en outre la libéralité de M. de Cazotte, consul français, et de M. Lamartini, a procuré un bon nombre d'échantillons de minerai de cuivre et d'argent, provenant de l'intérieur du Chili et du Pérou.

A Cobija, seul port que la république de Bolivia possède sur l'océan Pacifique, le terrain complexe qui forme la charpente du pays a fourni des pegmatites, des diorites, des syénites, des serpentines et des wackes, roches que nous y connaissions déjà en partie, et dont il paraît que les circonstances locales ne permettent pas de déterminer les rapports. C'est sur la tranche de ces roches, à une hauteur de 6 à 10 mètres au-dessus du niveau de la mer, que se



trouve ce banc si curieux de terrain alluvial, ayant jusqu'à 600 mètres de largeur, qui contient de nombreuses coquilles marines en général bien conservées, et qu'on a dit semblables à celles qui vivent maintenant sur les rivages adjacents. Les échantillons que M. Chevalier avait recueillis de ce terrain, ont malheureusement été perdus; en sorte que nous ne pouvons encore cette fois déterminer l'âge géologique de ce dépôt, et répondre à la question de savoir à quelle époque il faut rapporter le relèvement de cette portion du sol de l'Amérique méridionale.

D'après les observations de M. Chevalier, ce phénomène se serait étendu à une grande distance, car sur l'île San Lorenzo, près de Lima, c'est-à-dire à 275 lieues au nord de Cobija, cet officier a reconnu l'existence d'un dépôt coquillier tout à fait analogue au précédent; mais ici ce n'est plus à la hauteur de 10 mètres, mais celle de 30 mètres, que le dépôt a atteint au-dessus du niveau de la mer. Les échantillons ont été également perdus au grand regret de M. Chevalier. Du reste, la constitution du sol fondamental de l'île de San Lorenzo, de la baie du Callao et des environs de Lima, est représentée dans les collections rapportées par une belle suite de roches de transition, sans débris fossiles, laquelle, au moyen des détails qui l'accompagnent, complète les notions que nous possédions déjà sur cette contrée.

Une suite analogue représente le terrain de transition qui constitue le sol fondamental des environs de Payta, point qui est situé, comme on le sait, à

200 lieues au nord de Lima. On remarque également dans les roches une absence complète de débris organiques; mais cette absence est ici bien compensée par l'immense quantité de débris de ce genre, que renferme le conglomérat calcaire celluleux, qui s'étend au loin et horizontalement sur la tranche des couches de transition. Ce système calcaire, qui est peu épais, peu élevé au-dessus de la mer, et qui paraît appartenir aux dernières époques de la période palæothérienne ou tertiaire, nous était déjà connu par de nombreux échantillons rapportés par M. le capitaine Duperrey et par M. Lesson. Les échantillons nombreux recueillis par M. Chevalier donneront de nouveaux et utiles renseignements sur la composition, et sur celle des lits de grès, d'argile, de marne et de gypse qui lui sont subordonnés sur beaucoup de points.

Enfin, à Guayaquil, M. Chevalier a eu la preuve que le remarquable terrain calcaire de Payta se retrouvait à plus de 75 lieues vers le nord, aux environs de la pointe Sainte-Hélène; car on tire de cette dernière localité des filtres en grès coquilliers, absolument semblables à ceux que l'on exploite à Payta pour le même usage. Il faut vraisemblablement rapporter au même terrain les roches de grès quartzeux polygénique, d'argile et de marne, contenant quelquefois des silex, qui ont été recueillis soit à Guayaquil, soit à l'île de Puna, qui est à l'entrée du golfe.

Les collections recueillies à Hawaï et à Oaou, les deux îles principales de l'archipel des Sandwich, ne

contiennent que les matériaux déjà connus de ces îles, c'est-à-dire, des laves péridotites et pyroxéniques de différents âges, et des calcaires madréporiques; mais on trouve parmi les échantillons des variétés intéressantes. Telle est l'obsidienne (ou verre volcanique) en filaments capillaires isolés, que le volcan de *Pélé* rejette de temps à autre au lieu de cendres, et à laquelle les habitants du pays donnent le nom de cheveux de *Pélé*.

M. Chevalier a eu occasion de voir sur plusieurs points, le calcaire madréporique recouvert par des laves assez anciennes, ce qui est digne de remarque. Il a eu soin de rapporter, ainsi que cela avait été recommandé par les instructions de l'Académie, des échantillons des madrépores qui vivent actuellement près des rivages. La comparaison des madrépores vivants avec ceux des roches calcaires, fera connaître s'il y a des différences notables dans les espèces, ce qui paraît probable du moins au premier aperçu.

Aux îles Philippines, la baie de Marivélès qui est à l'entrée du golfe de Manille, a fourni une suite curieuse de produits basaltiques en partie décomposés, et qui paraissent appartenir à la période palæothérienne ou tertiaire. Il en est de même des laves pyroxéniques et quelquefois feldspathiques qui ont été recueillies par MM. Gaudichaud et Eydoux, dans une excursion faite de Manille à la Laguna, qui en est à 10 lieues au nord-est. Dans la même contrée, on trouve en outre des pierres calcaires compactes secondaires et quelques porphyres syénitiques.

Le vaste terrain granitique, superficiellement décomposé, qui constitue les environs de Macao et l'île de Hyang-Chang, qui fait partie du même archipel, a fourni une intéressante suite de roches, parmi lesquelles se trouvent des roches subordonnées remarquables, telles qu'une syénite violette semblable à celle des Vosges ou de Corse, et des masses en filons, telles que du basanite amygdalaire et du fluorure de chaux.

Des blocs granitiques arrondis, et souvent incrustés d'hydrate de fer manganésé, sont parsemés partout à la surface du sol, et paraissent le produit de la décomposition séculaire de la roche fondamentale. Le volûme de ces blocs dépasse quelquefois 200 mètres cubes; on les trouve parfois groupés en laissant des vides entre eux. La célèbre grotte de Camoëns, à Macao, est due à un de ces groupements. Quelques échantillons recueillis par M. Fisquet attestent que ce terrain s'étend jusqu'aux environs de Canton, et qu'en outre on trouve à peu de distance de là des couches phylladiennes.

Un des caractères de ces roches granitiques consiste en ce qu'elles empâtent assez fréquemment des fragments de gneiss sur-micacé. Cet accident si important pour la théorie de la formation des terrains granitiques est, d'après M. Chevalier, beaucoup plus commun à la baie de Touranne, sur la côte de Cochinchine, et à l'île de l'Observatoire, qui est voisine de cette baie. Ici le terrain granitique est en partie recouvert par des assises de grès quartzeux, vraisem-



blablement peu ancien, dont le ciment est ferrugineux, et qui contiennent fréquemment des galets de quartz.

La presqu'île Malaie a été visitée sur trois points, savoir :

1° A Singapore, dont les environs ont fourni des psammites friables de différents grains, à ciment plus ou moins ferrugineux; des argiles rouges ou grises, et des couches subordonnées, ou des amas d'hydrate de fer compacte ou cellulaire. Ce système paraît peu ancien.

2° A Malacca, où le système précédent est tellement surchargé d'hydrate de fer, qu'il en résulte un des gîtes les plus remarquables et les plus considérables de ce genre de minerai qui existent à la surface du globe.

3° Enfin, à l'île de Pulo-Penang, où tout est composé de granite avec quelques roches accidentelles en filons, telles que des pegmatites avec tourmaline et du fer oligiste écailleux.

Mais, en outre, à Malacca, M. Chevalier a pu se procurer quelques-uns des principaux matériaux qui se trouvent dans l'intérieur de la presqu'île Malaie, du granite ordinaire, de l'itabirite, du calcaire de transition à polypiers, et sept variétés de minerai d'étain que l'on exploite de temps immémorial. Il résulte de l'examen de ces diverses variétés, que les gîtes en extraction ne sont rien autre chose que des amas de sables quartzeux stannifères superficiels, analogues à ceux que nous connaissons en Bohême, en

Angleterre et dans l'Amérique du Sud, mais beaucoup plus étendus et beaucoup plus riches.

Les environs de Calcutta n'ont fourni qu'un petit nombre d'échantillons, qui représentent cette singulière couche argileuse imprégnée de sous-carbonate de soude, qu'on exploite de tout temps, à peu de distance de Chandernagor, pour les usages domestiques. Mais la libéralité de MM. Davies, Prinsep et Cracroft a procuré à M. Chevalier un bon nombre de roches et de minéraux ordinaires, venant de différentes parties des Indes, et une belle suite du terrain phylladien et calcaire de transition, qui constitue en grande partie l'île de Diemen, à la Nouvelle-Hollande. Cette suite est surtout remarquable par la quantité et la variété des coquilles de spirifer qu'elle renferme.

A Pondichéry, l'excursion faite à Trivincarré a fourni de nombreux échantillons de grès quartzeux, de métaxite friable et de bois fossile siliceux que nous y connaissons depuis longtemps ; mais elle a produit de plus de beaux échantillons d'une lumachelle arénifère tout à fait remarquable par la nature des fossiles qu'elle renferme. Ce sont, en effet, des catillus, des inoceramus, des huîtres plissées, des natices, des bélemnites et des débris d'hamites ou de scaphites. Ainsi, un terrain tout à fait analogue à ceux qui appartiennent à la période crayeuse dans nos contrées, existe dans les environs de Pondichéry.

Enfin, dans les relâches à l'île de Bourbon et à celle de Sainte-Hélène, diverses variétés des roches volcaniques que nous y connaissons, ont été recueil-

lies. On trouve parmi ces roches quelques produits nouveaux, savoir, de l'arragonite blanche en très-grands cristaux, et des lignites enveloppés de tufa.

Indépendamment de tous les produits, dont il vient d'être fait mention, M. Chevalier n'a pas négligé de recueillir les vases marines de presque tous les mouillages où *la Bonite* a stationné; et M. Gaudichaud a augmenté les collections d'environ 120 échantillons de roches ou de minéraux qui lui ont été donnés ou qu'il a récoltés lui-même sur différents points.

Il résulte, de tout ce qui précède, que les recherches de M. Chevalier ont un véritable mérite, et que la science et le Muséum d'histoire naturelle profiteront notablement des collections minéralogiques et géologiques qu'il a rapportées. Les additions que MM. Gaudichaud, Eydoux et Fisquet ont faites à ces collections, ajoutent à l'intérêt qu'elles présentent.

Comptes rendus, séance du 7 mars 1838.

VOYAGE
DE LA BONITE
AUTOUR DU MONDE.

GÉOLOGIE.

CHAPITRE PREMIER.

Départ de Toulon. — Comparaison des températures de l'air et de la mer dans la Méditerranée. — Nature et âge du rocher de Gibraltar et de la côte opposée d'Afrique. — Mouillage à Cadix. — Influence des courants et observations thermométriques dans l'océan Atlantique, de Cadix à Rio-Janeiro. — Aspect des montagnes des environs de Rio-Janeiro, vues du large. — Baie de Rio-Janeiro. — Nature et propriétés du sol alluvial. — Détails sur la constitution géologique des deux systèmes différents de collines arrondies et de pics coniques. — Ile Ratos. — Manière d'être des roches qui constituent le sol des environs de Rio-Janeiro. — Substances accidentelles du gneiss et de la pegmatite. — Opinion sur la présence du basalte dans les roches primordiales de cette partie de la côte du Brésil. — Brises de terre et du large. — Observations thermométriques. — Description et gisement des roches de Cadix et de Rio-Janeiro.

Le 6 février 1836, la corvette de charge *la Bonite*, ayant terminé tous les préparatifs nécessités par la longue

campagne qu'elle allait entreprendre, appareilla de la rade de Toulon, et fit route pour Cadix, où l'appelaient en premier lieu les instructions de son commandant. Poussée par une forte brise de N. N. O., elle s'éloigna rapidement des côtes de Provence, et pendant les trois premiers jours de son voyage les courants la portèrent de près de 20 lieues marines dans le sud. Les observations barométriques, thermométriques et météorologiques qui se sont continuées d'heure en heure pendant toute la durée de la campagne, commencèrent le 10, et furent faites par les élèves de marine du bord, sous la surveillance des officiers de quart.

Les résultats obtenus, étant donnés avec grand détail dans la partie de cet ouvrage qui traite de la physique et de la météorologie, semblent au premier abord ne pas devoir trouver place dans ce volume, spécialement consacré à la description géologique des lieux visités par l'expédition. Mais si l'on considère que la géologie se lie à la plupart des sciences physiques, et que les hommes qui se livrent à son étude ont besoin de connaître une grande quantité de faits qui s'y rattachent essentiellement, on comprendra la raison qui m'a déterminé à faire ressortir par une courte analyse celles des observations qui intéressent le géologue. Je rapporterai donc ici les résultats thermométriques principaux, en comparant entre elles les températures moyennes, diurnes de l'air et de la mer, soit par traversée entière d'un point de relâche à un autre, soit par partie distincte de traversée lorsque le bâtiment aura passé dans des mers ou des parages différents,

et je m'attacherai principalement à fournir de nouvelles données pour faire connaître les courants superficiels des mers, en comparant les diverses positions du navire, déduites des observations astronomiques, qui les donnent d'une manière absolue par rapport à l'équateur et au premier méridien, à celles obtenues par l'*estime*, c'est-à-dire, par des moyens pratiques, entachés des effets du courant. Ces résultats importants ne seront ici que relatés d'une manière sommaire, mais on les trouvera consignés avec un grand développement dans la partie physique du voyage, rédigée par M. Darondeau et moi.

Jusqu'au 14 février, jour de notre mouillage devant Cadix, les températures moyennes de l'air varièrent de 12°,3 à 14°,4; celles de la mer de 14°,3 à 14°,7. Sur 114 observations simultanées, la mer fut 91 fois en excès de température sur l'air, et cet excès fut en moyenne de 1°,0 centigrade.

A l'ouvert et dans le détroit, les températures de la mer furent sensiblement les mêmes que dans la Méditerranée. Comme nous devions nous y attendre, les courants nous portèrent alors dans l'Est, mais faiblement, les vents étant de cette partie.

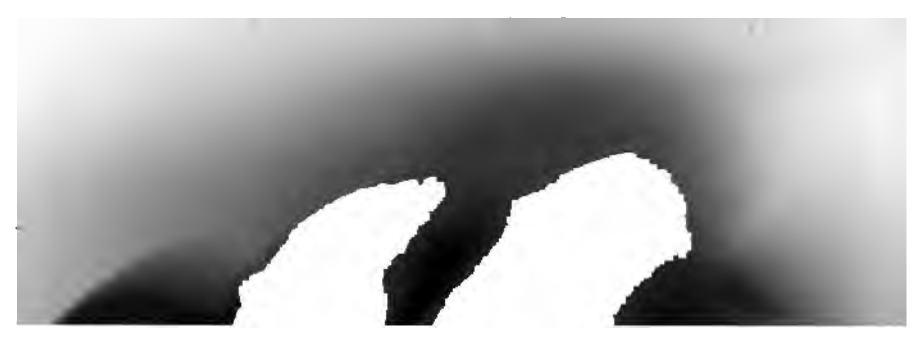
Le 14, nous passâmes devant cette montagne abrupte qui forme la pointe méridionale de l'Europe, et au pied de laquelle est bâtie la ville de Gibraltar. Ce rocher remarquable qui, comme on le sait, ne se rattache au continent que par une langue étroite de sable, est formé d'un calcaire arénifère contenant des débris de fucus, dans lequel alternent des couches de

marnolites bigarrées, ruiniformes, analogues à la pierre de Florence. Ces roches, qui sont placées sur leurs tranches, appartiennent à ces terrains inférieurs de la période crétacée, qui constituent l'étage des macignos formé sur les bords du bassin de la Méditerranée, au moment où les couches néocomiennes et wéaldiennes se déposaient à l'intérieur du continent et dans le nord de l'Europe. Les mêmes couches se retrouvent près de Ceuta en stratification concordante avec celles de l'autre côté du détroit, ouvert probablement lors du cataclysme qui a redressé et disjoint tout ce système. Le soir du même jour, nous mouillâmes devant Cadix.

L'ancre, qui pendant deux jours retint *la Bonite* à ce mouillage, rapporta sur ses pattes, au moment de l'appareillage, le premier échantillon de géologie que j'ai recueilli : c'est une marne arénifère brunâtre, qui gisait à une profondeur de 17 mètres, dans laquelle on rencontre plusieurs genres de coquilles microscopiques et des fragments de turritelle, des valves de nucules, des peignes, des vénus, etc.

Cette couche représenterait les dépôts d'origine marine de l'époque actuelle, si une nouvelle révolution, en changeant le relief du sol, venait à l'amener au-dessus du niveau des eaux.

Pendant la courte durée de cette relâche, le commandant et quelques passagers sont seuls allés à terre, et je ne puis rien dire de la géologie de cette partie de l'Espagne. Au mouillage, la température moyenne des eaux de l'Océan ne fut que de 12°,3, environ



2 degrés plus faible que dans le détroit de Gibraltar.

La traversée de Cadix à Rio-Janeiro dura 37 jours. Du 20[e] au 2[e] degré de latitude nord, nous fûmes poussés par les vents alizés du N. E., remplacés bientôt par ceux du S. E. qui nous conduisirent jusque vers les côtes du Brésil. Pendant toute cette période, les courants portèrent généralement au S. et à l'O., d'une manière assez notable. En en calculant les effets pour toute la traversée, on trouve qu'ils nous portèrent de 123 lieues au S. et de 63 à l'O., ce qui pour chaque jour donnerait un résultat moyen de 18 kilomètres au S. et de 9 à l'O.

Ces courants commencèrent à se faire sentir très-près des côtes d'Espagne, et nous poussèrent avec force dans le S., particulièrement de Cadix jusque par le méridien des îles Canaries, de telle sorte que l'on pourrait trouver dans ce résultat la confirmation du fait affirmé par quelques navigateurs, que le *Gulph stream*, se bifurquant vers les côtes d'Angleterre, vient, en se dirigeant du N. au S., longer le Portugal et l'Afrique, pour regagner l'équateur et recommencer son mouvement presque circulaire.

Les observations de la température de la mer faites régulièrement à bord de *la Bonite* auraient pu apporter un élément de plus pour la solution de cette question, si la route avait été moins directe vers le S., et par conséquent plus perpendiculaire à l'action du courant. La comparaison des résultats obtenus avec les mêmes instruments sous le même parallèle, mais par des longitudes plus occidentales, aurait servi à

établir si réellement il existe là un courant d'eau chaude; mais il est impossible de rien conclure de l'augmentation régulière que l'on remarquera dans les moyennes diurnes des températures de la mer, puisque cette augmentation trouve une explication toute naturelle dans la marche du navire vers l'équateur.

Dans cette traversée comme dans la précédente, la mer fut en moyenne plus chaude que l'air d'environ 1°,0, si ce n'est cependant dans les jours de plus grande chaleur, où la moyenne de la température de la mer fut constamment inférieure de quelques dixièmes de degré à celle de l'atmosphère. Les températures moyennes de chaque jour varient entre 14°0 et 28°, pour l'air; pour la mer entre 14,7 et 27,8; les *maxima* ayant été pour l'air de 33°,0, et pour l'eau de 29,2 par 19°,0 de latitude sud, et les *minima* de 11,9 et de 11,8.

Le 24 mars, nous parvînmes à l'ouvert de la baie de Rio-Janeiro, dont l'entrée est tellement cachée au milieu des hautes terres qui l'entourent, que le premier nom qui lui fut donné fut celui de *Nitherohy*, dont l'étymologie indienne vient de *hy* (eau) et de *nithero* (cachée). Tant de voyageurs ont décrit le magnifique panorama que présente cette baie, qui n'a de rivale que celle de Naples, et si peu y ont réussi, que je n'entreprendrai pas cette tâche, et que je me bornerai à parler de l'aspect général du sol et du rapport des formes des montagnes avec leur constitution géologique.

A l'ouest de l'entrée s'élève la masse imposante de

la Gabia, qui domine toute la chaîne des montagnes de la Serra do Mar. Elle doit son nom à sa forme de cône tronqué, offrant une ressemblance imparfaite avec la hune d'un navire, et fait partie d'une suite de sommets dont la silhouette, vue du large, représente un géant couché dont la tête présente quelques points de ressemblance avec celle du roi Louis XVI. En deçà, le Corcovado, dont la cime pyramidale atteint la hauteur de 7 à 800 mètres, et plus près du rivage deux rochers escarpés à sommets arrondis, dont la forme est pareille, ce qui leur a valu le nom des Deux frères. Enfin, le Pain de sucre, roc inaccessible posé là comme un jalon gigantesque qui sert au navigateur à le diriger dans le dédale d'îles qui ferment la passe.

A l'E., le fort de Sainte-Croix s'élève sur un roc abrupt et est dominé par de hautes collines recouvertes d'une riche végétation.

Poussée par une jolie brise, *la Bonite* pénétra dans le passage, et, après avoir répondu aux questions qui lui furent adressées du fort, vint mouiller devant la ville, située à l'O. de la baie, à 3 milles environ de l'entrée, entre deux éminences couronnées d'édifices, et derrière laquelle s'élèvent de hautes montagnes recouvertes de magnifiques forêts vierges. Une innombrable quantité d'îles verdoyantes sont parsemées dans la baie, qui s'étend au nord à plus de 20 milles, et qui pourrait abriter les flottes de toutes les marines du monde; enfin, pour couronner ce tableau, on aperçoit, dans le lointain, une chaîne de montagnes élevées dont les sommets, en aiguilles verticales, ressemblent

à des tuyaux d'orgue, ce qui leur a valu le nom de Serra dos Orgaos. Ces sommets, qui appartiennent à la chaîne qui sépare la province de Rio-Janeiro de celle de Minas-Geraës, sont élevés d'environ 1,000 mètres.

Les nécessités du service à bord, premier devoir d'un officier de la marine, et surtout celles des observations magnétiques, pour lesquelles j'alternais avec l'ingénieur hydrographe, et qui m'occupaient de deux jours l'un, pendant la durée de chaque relâche, ne m'ont laissé que peu de temps pour explorer la baie de Rio-Janeiro; mais, à une époque antérieure, j'avais séjourné dans cette baie, et je m'étais déjà assez occupé de géologie pour que les observations que j'y fis sur la manière dont les roches primordiales qui composent le sol sont disposées les unes à l'égard des autres, puissent trouver place dans cet essai.

Les raisons dont je viens de parler ayant existé pendant toute la durée de la campagne, je me dispenserai d'y revenir et d'en appeler de nouveau à l'indulgence du lecteur homme de science, qui devra, avant de juger trop sévèrement mes observations, fréquemment incomplètes, faire la part de la courte durée des relâches, de mes nombreuses occupations, et surtout du peu de place qu'occupent les études d'histoire naturelle dans l'éducation d'un officier de la marine. Mon but sera rempli si l'on trouve dans ce volume quelques observations nouvelles propres à faire connaître la constitution géologique de points du globe encore imparfaitement connus.

En quelques points du rivage, les montagnes s'élèvent immédiatement de la mer ; dans d'autres, il reste un espace intermédiaire que les pluies ont recouvert d'une terre enlevée aux parties hautes et qui s'est bientôt couverte d'une magnifique végétation.

Le sol immédiatement inférieur au terreau résultant de la décomposition des végétaux est généralement formé d'argile rouge ou jaune, qui me semble presque partout provenir de la décomposition sur place, si active sous un tel climat. L'argile rouge est plus favorable à la culture que la jaune, qui contient, à ce qu'il paraît, une petite quantité d'or que les enfants extraient par le lavage. Cette dernière espèce contient abondamment des cristaux de quartz, et quelquefois de feldspath, qui, à cause de leur volume, ont résisté plus facilement aux actions décomposantes de l'atmosphère. Ces deux sortes d'argile, à propriétés végétatives différentes, paraissent différer aussi par leurs éléments minéralogiques. Je pense que si l'une et l'autre résultent de la décomposition des roches qui forment la charpente du sol, la rouge doit plus particulièrement son origine au gneiss, et la seconde à la pegmatite, dont les filons, souvent très-volumineux, coupent perpendiculairement les gneiss dans un grand nombre de points. Quelques différences dans les proportions des bases alcalines qui entrent dans la composition du feldspath pourraient être la cause de cette différence de puissance végétative.

Entre le rivage et la grande chaîne du Brésil qui

se dirige du N. N. E. au S. S. O., à peu près parallèlement aux Alpes occidentales, ce qui, d'après le système de M. Élie de Beaumont, semblerait indiquer que ces deux chaînes auraient été formées par un soulèvement contemporain, sont des collines à sommets arrondis, couverts de la plus luxuriante végétation, entre lesquelles surgissent quelquefois des pics coniques ou pyramidaux de roc complétement nu, dont l'aspect est imposant et contraste par leurs teintes grisâtres avec celles des collines verdoyantes qu'ils dominent.

Ces deux systèmes, bien distincts par leurs formes et par cette circonstance importante du manque de végétation sur le second, diffèrent aussi par leur composition géognostique.

Les collines arrondies sont exclusivement formées d'un gneiss souvent porphyrique où le feldspath est généralement blanc ou gris, et où se montrent des indices de stratification dont la direction est du S. S. O. au N. N. E., la même que celle de la Cordillère du Brésil. Cette direction n'est guère indiquée que par le sens des accumulations de mica, et la roche n'a nulle tendance à se diviser en strates parallèles. La plus grande variété règne dans l'inclinaison de ces couches, et ce fait est conforme à ce que l'on remarque généralement dans la plupart des terrains primordiaux aussi accidentés que celui qui nous occupe. La confusion de la stratification et la présence du quartz, qui se montre assez fréquemment dans ce gneiss, l'a souvent fait prendre pour un granite.

Les pics, coniques et pyramidaux, sont formés d'une pegmatique composée de grands cristaux de quartz et de feldspath agrégés, au milieu desquels se montrent d'abondantes plaques de mica noir ou argentin. Ces pics sont pour la plupart inaccessibles, et ce n'est guère qu'à leur pied, parmi les amas détachés de leurs flancs par la désagrégation, que l'on reconnaît leur composition, qui peut cependant être conclue avec une presque certitude des filons de même nature que montre partout le gneiss dans les lieux où il est mis à nu, soit par des coupées naturelles, soit dans les carrières creusées par la main des hommes. Ces masses de pegmatite ne montrent nulle tendance à se diviser dans un sens plutôt que dans un autre; les éléments constituants y sont groupés confusément, et tout semble annoncer que leur mode de formation est essentiellement différent de celui qui a présidé à la consolidation du gneiss.

Ma première course eut lieu à l'île Ratos, sur laquelle les navires de guerre établissent souvent leur observatoire astronomique, parce que sa position a été exactement déterminée. C'est un rocher peu élevé au-dessus de la mer, qui n'a guère que 3 à 400 mètres de tour, et qui est réuni par un récif à l'île des Chèvres. Il est entièrement formé d'un gneiss porphyrique grenatifère qui, dans la collection, porte le n° 2; des filons de pegmatite viennent affleurer le sol et croiser le gneiss dans tous les sens.

Notre observatoire magnétique ayant été établi dans l'E. de la baie, au village de Santo-Domingo, c'est dans

les environs de ce point que j'ai fait mes excursions, favorisées par de nombreuses carrières qui montrent la roche à nu et qui rendent les explorations faciles et certaines.

Derrière le village de Praia-Grande, une colline haute d'environ 8 mètres et représentée pl. I, fig. 1, est formée presque entièrement d'un gneiss porphyrique quartzifère, dont la partie la plus voisine du sol est colorée par des infiltrations d'hydrate de fer, et dont la masse montre quelques indices de stratification, marquée principalement par la disposition du mica qui entre dans sa composition. La roche ne paraît avoir nulle tendance à se diviser dans un sens plutôt que dans un autre : aussi peut-on en extraire des blocs considérables qui servent à la construction des édifices et qui peuvent indifféremment se placer dans tous les sens.

Un filon de pegmatite commune, à grains assez gros, d'une épaisseur variant de 30 à 60 centimètres, coupe la stratification du gneiss, et vient aboutir au sommet de la colline, où cette roche, au contact de la terre végétale, se charge de fer hydraté.

La formation de ces filons, qui, à mon sens, représentent en petit les pics coniques isolés dont il a été question plus haut, a dû être d'assez peu de temps postérieure à la consolidation du gneiss. Les cristaux de ces deux roches se pénètrent mutuellement au contact, et, de plus, quoique les filons soient minces, il a pu s'y former fréquemment de beaux cristaux de feldspath rose qui s'isolent assez facilement, et plus rare-

ment de mica noir, dans la forme primitive propre à ce minéral.

Cela indique un refroidissement lent, et peut faire conjecturer que, lorsque les convulsions de la masse incandescente du globe ont disloqué les gneiss et en ont rempli les interstices d'une roche nouvelle, ceux-ci étaient encore à une température élevée. Aucune altération particulière ne se remarque dans le gneiss près de la surface de contact; seulement les infiltrations de fer hydraté ont fréquemment suivi cette surface sans pénétrer dans la pegmatite, et il en résulte une coloration particulière, qu'au premier abord on pourrait attribuer à une cause différente de celle qui réellement l'a produite.

Je me suis appesanti sur la description de cette carrière, parce que toutes celles que j'ai visitées, soit en 1831, époque de mon premier voyage au Brésil, soit pendant la relâche de *la Bonite,* présentent à peu près la même disposition, sauf quelques variétés de couleur ou de substances accidentelles dont le détail rentre dans la description des roches que l'on trouvera à la suite de ce chapitre. Dans l'ouest de Rio, j'ai pu en observer un point où la pegmatite recouvrait le gneiss; mais un examen attentif m'a fait reconnaître qu'un filon de même substance avait donné naissance à cet épanchement supérieur et qu'il communiquait avec lui. Une chose digne de remarque, c'est que la pegmatite de l'intérieur du filon est *commune*, et celle d'épanchement, *graphique.* Cette anomalie provient probablement d'un refroidissement plus ou moins prompt.

Dans une autre carrière, près Santo-Domingo, on remarque deux filons de pegmatite : dans l'un, cette roche est commune et très-micacée; dans l'autre, elle est graphique et sans mica. Dans ce dernier cas, elle paraît beaucoup plus susceptible d'être altérée, et le feldspath passe facilement au kaolin.

Près la plage de Bon-Voyage, une falaise mise à nu présente un filon analogue à ceux dont il vient d'être question, mais qui offre une disposition singulière (pl. I, fig. 2). Il y a eu séparation des matières composantes de la pegmatite; le quartz et le feldspath se sont isolés, et le second, par une épigénie due à la succession des temps et aux causes altérantes si puissantes au Brésil, s'est métamorphosé en un kaolin si fortement imprégné d'hydrate de fer, que sa pesanteur spécifique en est notablement augmentée. Ce kaolin est siliceux et très-endurci. Immédiatement à côté est une masse de quartz blanc qui sépare le kaolin d'une pegmatite graphique profondément altérée et très-friable, le quartz l'ayant protégée contre les infiltrations ferrugineuses.

Cet accident s'est fréquemment reproduit, car on trouve sur la plage un grand nombre d'échantillons de ce kaolin, qui a pris l'aspect d'un jaspe, et qui, vu isolément, ne pourrait guère être reconnu.

Sur le sable de cette même plage, j'ai recueilli des masses de vermets agglutinés par un ciment calcaire. La formation de ces concrétions qui ont pris naissance dans les eaux de la mer ne peut guère s'expliquer que par un échange des principes chimiques en-

tre les sels que celles-ci contiennent et ceux qui entrent dans les eaux douces qui y affluent.

Le gneiss de Rio-Janeiro ne présente guère d'autres substances accidentelles que du grenat, qui s'y trouve quelquefois en grands et beaux cristaux; mais la pegmatite est beaucoup plus riche.

Sur la route du Corcovado et près de la percée du nouvel aqueduc se trouvent de beaux cristaux de quartz améthyste d'une belle teinte violette, et des tourmalines noires et vertes. Dans d'énormes blocs de quartz qui jonchent le sol d'une colline derrière le fort de Santa-Cruz, et qui probablement ont fait partie de filons de pegmatite où le feldspath et le quartz s'étaient isolés, j'ai rencontré de beaux prismes de tourmaline vert clair, ou émeraude du Brésil. Enfin, la pegmatite offre souvent des cristaux de feldspath, dont quelques-uns approchent de la *pierre de lune* de Ceylan.

Les pics coniques ou pyramidaux dont j'ai fait mention au commencement de ce chapitre, représentent, à ce que je crois, d'énormes filons, ou plutôt des dykes, qui sont restés isolés par suite de la désagrégation du gneïss au milieu duquel ils avaient été projetés.

M. Gaudichaud, notre savant botaniste, a bien voulu me rapporter d'une course qu'il fit à la montagne de Tijuca un échantillon de diorite noirâtre un peu pyritifère qu'il a recueilli à une hauteur d'environ 600 mètres. D'un précédent voyage, M. Gaudichaud avait rapporté au Muséum un magnifique

échantillon d'une roche de mica gisant en amas dans le gneiss de Sapé, à 2 lieues à l'est de Praia-Grande, à une hauteur de 6 à 800 mètres au-dessus du niveau de la mer.

M. Ernest Hofman, géologue de l'expédition du capitaine Kotzebue, dit avoir trouvé sur la pente du Corcovado, près du chemin qui conduit de Larangeiras au sommet, un filon épais d'un demi-pied de basalte compacte. Le passage suivant du voyage de Victor Jacquemont semblerait confirmer le fait de la présence du basalte.

« J'ai découvert des trapps avec leurs vaques dans l'île de Villegagnon ; ils forment la partie orientale de cette petite île ; ils ne recouvrent point les gneiss qui constituent le reste de l'île, mais s'appuient contre la tranche de ses coupes, coupées verticalement du nord au sud.

« La jonction des deux roches s'observe sur une cinquantaine de pas. Le gneiss, au contact des vaques, est légèrement altéré; les paillettes de mica qui y sont disséminées sont bronzées, et le feldspath est terreux. Quant au trapp, il est noir, très-dur, divisé en masses pseudo-régulièrement rectangulaires. J'y ai vainement cherché dés indices de division colonnaire.

« Au voisinage du petit escarpement contre lequel ces trapps s'appuient, ils sont terreux et friables, et se divisent en tables schisteuses verticales, et conséquemment parallèles à la tranche des couches de gneiss; ce sont des vaques.

« Ces trapps, auxquels je n'ose donner le nom de basalte, fondent difficilement au chalumeau en émail noir (1). »

Victor Jacquemont n'a vu de ces trapps qu'à Villegagnon; mais il pense que des recherches systématiques en feraient découvrir d'autres sur les bords de la baie.

Je n'ai pas vu le point dont il est ici question; mais je crois que l'on serait dans l'erreur si l'on voulait conclure de là qu'il y a des basaltes dans les environs de Rio-Janeiro. La roche que l'un et l'autre de ces géologues a voulu désigner est probablement une diorite compacte, dont la présence dans ce terrain s'expliquerait mieux que celle du basalte. Il est possible, du reste, que ce soit la diorite compacte que Jacquemont a voulu désigner sous ce nom de *trapp*, qui n'a jamais eu qu'une signification vague et assez mal définie.

La ville de Rio-Janeiro est bâtie presque entièrement avec les gneiss que lui fournissent les carrières qui l'avoisinent; mais la chaux employée dans les constructions provient de la calcination des coquilles, et est généralement de mauvaise qualité.

Plusieurs voyageurs ont affirmé que l'eau de la baie de Rio-Janeiro était moins salée que celle de l'Océan : nous n'avons pas vérifié ce fait, mais le nombre des cours d'eau qui s'y jettent et le peu de largeur de l'entrée le rendent très-probable.

Dans la baie de Rio-Janeiro, comme sur la plupart des côtes intertropicales, les brises de terre et du large

(1) Historique, vol. I, p. 28.

se succèdent régulièrement et soufflent avec plus ou moins de force. La brise de terre commence généralement vers 2 à 3 heures du matin, faiblit vers midi, et est remplacée, une ou deux heures après, par la brise du large, d'abord assez forte, puis mollissant au coucher du soleil. Il n'y a guère d'exceptions à cette règle que lors des *pamperos*, ou coups de vent de S. O., qui, prenant naissance aux environs de Rio-Janeiro, se propagent en sens inverse de leur direction, et augmentent d'intensité de telle sorte que, dans le Rio de la Plata, ils compromettent la sûreté des navires.

Pendant les douze jours de notre relâche, du 24 mars au 4 avril, les moyennes diurnes de la température de l'air varièrent entre 24°,3 et 27,6, le *maximum* ayant été de 32°,0, et le *minimum* de 20,6. Celles des eaux de la baie furent entre 24,1 et 26,2 : *maximum*, 27,5 ; *minimum*, 22,2. Sur 196 observations, la mer fut 112 fois plus chaude et 84 fois plus froide que l'air.

Enfin, un thermomètre plongé dans un trou d'un pied de profondeur creusé sous un hangar donna 24,2. On sait qu'entre les tropiques un résultat ainsi obtenu donne assez exactement la température du lieu. Une seconde observation faite par M. Darondeau et moi, dans un puits de 3 mètres de profondeur, ayant donné absolument le même résultat, nous avons pensé pouvoir en conclure que la température moyenne de Rio-Janeiro était approximativement de 24°,2.

Pour ne pas interrompre la description des lieux, nous avons omis de décrire méthodiquement les ro-

ches recueillies par nous; mais nous faisons suivre chaque chapitre de détails précis sur leur constitution et leur gisement.

La méthode adoptée pour le classement est celle qui est professée par M. Cordier, dans son cours au Muséum d'histoire naturelle.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES.

---

§ I. BAIE DE CADIX.

N° 1 (1). Marne (2) arénifère brunâtre contenant des fragments de coquilles récentes.

Rapportée par une ancre mouillée par 16 mètres en rade de Cadix.

(1) Les numéros donnés dans ce catalogue sont ceux que portent les échantillons dans la collection exposée dans la galerie de géologie au Muséum.

(2) *Marne*, R. de la famille des roches argileuses, ordre des argileuses proprement dites. Les proportions des éléments constitutifs de la marne ne sont pas définies; c'est un mélange mécanique de calcaire friable avec surabondance d'argile. Si la proportion du calcaire va au delà d'un quart, la marne est considérée comme un calcaire argilifère. M. D'Homalius d'Halloy propose d'en classer les différentes variétés dans les calcaires argileux et les argiles calcarifères, selon que les proportions de l'une de ces deux substances augmenteraient, et de réserver le mot de *marne* au langage industriel, où on l'appliquerait à toutes les roches qui servent à l'amendement des terres.

La marne gît dans les dépôts d'alluvion.

---

§ II. BAIE DE RIO-JANEIRO.

2. Gneiss (1) porphyrique peu micacé, formé de feldspath blanc à grains moyens, et de mica noir en très-petites lames, contenant des cristaux disséminés de grenat rouge.

A l'île Ratos, dans la baie de Rio-Janeiro.

3. Gneiss porphyrique quartzifère, formé de très-grands cristaux de feldspath blanc et de petites lamelles de mica; surmicacé dans quelques parties de la roche.

Cette roche forme la masse principale d'une carrière exploitée près de Praia-Grande, village situé à la partie est de la baie. Pl. I, fig. 1.

4. Pegmatite (2) commune, micacée, à gros cristaux

(1) *Gneiss*, R. de la famille des roches feldspathiques, phanérogène agrégée; composée essentiellement d'environ trois quarts de feldspath et un quart de mica. Il est porphyrique lorsque, indépendamment du feldspath qui entre dans la masse de la roche, il contient des cristaux de même matière, mais plus grands et disséminés. Dans ce cas, ces cristaux appartiennent ordinairement à une sous-espèce, dont la composition chimique diffère de celle du feldspath entrant comme partie essentielle dans la pâte de la roche.

Le gneiss ordinaire constitue le grand étage des gneiss de la période primitive, et le gneiss leptinoïde, qui n'en diffère qu'en ce que le mica est plus abondant et que les grains en sont très-fins, se montre dans le grand étage des talcites phylladiformes.

(2) *Pegmatite*, R. de la famille des roches feldspathiques, pha-

de feldspath rose lamellaire, grains moyens de quartz grenu et grandes lames de mica noir.

En filons dans le gneiss précédent. Pl. I, fig. 1.

5. Pegmatite commune, micacée, à gros cristaux de feldspath rose, petits grains de quartz blanc grenu et mica noir cristallisé en grands prismes hexaèdres.

Même gisement.

6. Même roche plus micacée que les précédentes, à gros cristaux de feldspath jaunâtre.

Même gisement.

7. Même roche, peu micacée, contenant des cristaux accidentels de tourmaline verte (émeraude du Brésil).

Même gisement.

7 *bis*. Même roche à beaux cristaux de mica noir

nérogène agrégée ; composée essentiellement d'environ quatre cinquièmes de feldspath et un cinquième de quartz.

La pegmatite est *commune* lorsque les cristaux de quartz sont amorphes ; elle est *graphique* lorsque le quartz tendant à prendre des formes géométriques, présente à la cassure des lignes anguleuses qui se rapprochent de celles de l'écriture hébraïque.

Cette roche se rencontre :

1° En amas stratifiés dans l'étage des gneiss ; 2° en amas ou veines contemporaines dans les mêmes terrains ; 3° en dykes ou filons dans toute la série des terrains primordiaux.

en prismes hexaèdres et grains nombreux de tourmaline d'une belle teinte vert-clair.

Même gisement.

8. Pegmatite commune, à grains moyens de feldspath blanchâtre, avec quelques lames de mica noir.

Même gisement.

9. Gneiss porphyrique à feldspath blanchâtre en voie de décomposition, recouvert à la surface d'un peu d'hydrate de fer, et contenant quelques cristaux de quartz blanc et de grenat.

Même gisement que le n° 3, mais au contact avec la terre végétale.

10. Même roche, avec un enduit ferrugineux plus prononcé que dans la précédente; ne contient pas de grenats.

Même gisement.

11. Gneiss porphyrique très-micacé, à cristaux moyens de feldspath d'un blanc grisâtre et mica en petites lames, contenant quelques cristaux de grenat.

D'une carrière derrière le village de Santo-Domingo, près l'anse de ce nom.

12. Gneiss porphyrique quartzifère à feldspath rosâtre et beaux cristaux prismatiques de mica argentin, contenant un peu d'oxyde de manganèse disséminé.

Même gisement.

13. Gneiss porphyrique, surmicacé, noirâtre, à cristaux moyens de feldspath blanc.

Même gisement.

14. Pegmatite commune, micacée, à très-grands cristaux de feldspath rosâtre et lames de mica argentin.

En filons dans le gneiss.

15. Même roche à lames de mica noir.

Même gisement.

16. Même roche, à grains moyens, très-altérée, très-peu micacée, contenant un peu d'oxyde de manganèse.

Même gisement.

17. Masse de vermets agglutinés par un ciment calcaire, avec valves de coquilles vivantes du genre vénérupe.

Sur le sable de la plage de Bon-Voyage.

18. Gneiss en partie décomposé, formé de grains moyens de feldspath jaunâtre passant au kaolin et de lamelles de mica noir.

D'une falaise de la baie de Bon-Voyage. Pl. I, fig. 2, *g*.

19. Gneiss décomposé contenant un nodule de fer hydraté, et recouvert à quelques parties de la surface d'un enduit siliceux.

Dans les parties du gneiss voisines de la roche suivante.

20. Kaolin (1) jaunâtre imprégné en certaines parties d'hydrate de fer assez abondant pour donner à la masse une pesanteur spécifique sensiblement plus grande que celle du feldspath, et recouvert en quelques points de la surface naturelle d'un enduit siliceux.

Forme un filon puissant dans le gneiss précédent. Pl. I, fig. 2, *k*.

21. Kaolin très-siliceux, à proportions considérables d'hydrate de fer répandu dans la pâte, avec nombreuses veinules de même matière.

Du même filon.

22. Même roche avec petits cristaux de quartz non altéré.

Du même filon.

23. Même roche.

Même gisement.

Un filon de quartz hyalin blanc sépare le kaolin de la roche suivante.

(1) *Kaolin*, R. de la famille des roches argileuses, ordre des épigènes ou argiloïdes ; résultant de la décomposition du feldspath, où les alcalis disparaissent et sont remplacés par des hydrates de silice et d'alumine.

Son gisement est le même que celui des roches feldspathiques dont il est congénère.

24. Pegmatite graphique, micacée, baxillaire, à grains moyens de feldspath blanc altéré, et lamelles de mica noir.

Forme un filon contigu à celui de quartz hyalin.

25. Pegmatite graphique, à grains moyens, très-altérée, contenant un peu d'oxyde de manganèse.

Même gisement.

26. Même roche à gros grains, formée de feldspath d'un blanc jaunâtre très-altéré, avec grandes lames de mica noir.

Même gisement.

27. Pegmatite graphique, à grains moyens, un peu altérée, avec mica noir.

Même gisement.

28. Pegmatite graphique, blanchâtre, un peu altérée.

Même gisement.

29. Même roche, baxillaire, très-altérée.

Même gisement.

30. Même roche, contenant des lames de mica noir devenu terne par un commencement d'altération.

Même gisement, au contact avec la terre végétale.

31. Sable quartzeux et feldspathique, très-ferrugi-

neux, résultant de la désagrégation des roches de gneiss et de pegmatite.

Au pied de la falaise d'où proviennent les échantillons de 18 à 30.

32. Pegmatite graphique, à grains moyens, à feldspath blanchâtre altéré, contenant un peu de mica noir à éclat métallique.

Près du fort Santa-Cruz.

33. Gneiss porphyrique, à gros cristaux de feldspath rose et mica noir, très-quartzifère.

Même gisement.

34. Pegmatite graphique, baxillaire.

Près du fort Santa-Cruz.

35. Diorite (1) noirâtre, à grains moyens de feldspath gris verdâtre et d'amphibole noire, un peu pyritifère.

De la montagne de Tijuca, dans l'ouest de Rio-Janeiro, à environ 700 mètres au-dessus du niveau de la mer.

(1) *Diorite*, R. de la famille des roches amphiboliques, agrégée; composée essentiellement de moitié à trois cinquièmes de feldspath vitreux, et d'amphibole.

La diorite stratiforme gît dans les terrains de gneiss ou de micacite; lorsqu'elle est sans délit, elle se montre en amas, dykes ou filons dans les talcites cristallifères ou phylladiformes, et jusque dans le grand étage des grès pourprés de la période anthraxifère.

36. Pegmatite commune à feldspath rose et quartz blanc, contenant de beaux cristaux de mica argentin en prismes hexaèdres, et quelques cristaux amorphes de tourmaline verte.

En filons dans le gneiss, aux environs de Santo-Domingo.

37. Pegmatite commune, un peu micacée, contenant un beau cristal de feldspath rose rhomboïdal.

Même gisement.

38. Même roche, avec plaques de mica noir et blanc et cristaux amorphes de tourmaline verte.

Même gisement.

39. Grand cristal de feldspath rose rhomboïdal dans une pegmatite commune.

Même gisement.

40. Pegmatite commune, à grands cristaux de feldspath blanchâtre altéré, et petites paillettes de mica.

Même gisement.

41. Même roche à feldspath rougeâtre un peu altéré, avec grandes lames de mica noir.

Même gisement.

42. Pegmatite commune, à très-grands cristaux de quartz, très-pauvre en feldspath, et contenant quelques lames de mica.

Même gisement.

43. Gneiss porphyrique, à petits grains, très-micacé et décomposé à la surface.
Près Santo-Domingo.

44. Même roche à gros cristaux de feldspath blanc et rougeâtre.
Même gisement.

45. Gneiss porphyrique, à grains fins, grenatifère.
Même gisement.

46. Même roche un peu altérée à la surface.
Même gisement.

47. Gneiss porphyrique, surmicacé en certains points.
Même gisement.

48. Pegmatite à grands cristaux de quartz blanc, et de feldspath rose un peu altéré, avec mica en prismes hexaèdres.
En filons dans le gneiss, derrière Rio-Janeiro.

49. Sable quartzeux un peu micacé.
Sur la plage de l'anse de Santo-Domingo.

CHAPITRE II.

Départ de Rio-Janeiro. — Vents régnants. — Observations thermométriques. — Ile Lobos. — Aspect général des montagnes de la côte orientale de la Plata. — Nature du sol fondamental des environs de Montevideo. — Cause présumée de la rareté des grands végétaux. — Description géologique du Cerro. — Aperçu sur la nature du sol des deux côtes opposées de Montevideo à la Colonia, et du cap Saint-Antoine à Buenos-Ayres. — Rapport entre l'inclinaison des couches et les écueils sous-marins de la côte orientale. — Mines d'argent des environs de Montevideo. — Origine des noms de Rio de la Plata et de République Argentine. — Observations thermométriques. — Départ de Montevideo. — Description et gisement des roches des environs de Montevideo.

La Bonite appareilla le 4 avril pour sortir de la baie de Rio-Janeiro, et trouva en dehors des passes une bonne brise de S. O. qui l'éloigna rapidement des côtes du Brésil. Mais au large, les vents généraux du S. E. prirent le dessus, et régnèrent jusqu'à ce qu'elle fut parvenue par 30° de latitude sud.

A ce point, ils furent remplacés par des brises légères et par de forts coups de vent du N. O. et du S. O.,

qui nous tinrent éloignés des côtes, et ne nous permirent d'en approcher qu'en louvoyant.

Les températures de l'air furent extrêmement variables, à cause de la fréquence des grains de pluie ou de vent; mais en ne considérant que les moyennes diurnes, elles décrurent proportionnellement à l'augmentation de la latitude, et varièrent entre 24°,2 et 12,9, le maximum ayant été de 27°,0 et le minimum de 9°,8.

Les températures moyennes de la mer furent entre 24°,9 et 16,3; le maximum de 25,9 et le minimum de 15,1. Quoique l'excès moyen de la température de la mer ne soit que de 1°,4, il y eut cependant quelques observations où cette différence fut beaucoup plus considérable. Le 19 avril, à huit heures du matin, par 35° de latitude sud, elle s'est élevée jusqu'à 8° centigrades.

Sur 448 observations, la mer fut 379 fois plus chaude et 66 fois plus froide que l'air.

L'action des courants ayant été très-variable quoique assez active, se trouve en partie compensée dans le résultat provenant des différences entre les positions estimées du navire, et celles déduites des observations. Après 20 jours de traversée, l'action définitive n'est que de 12 lieues au S. et de 11 à l'O. Ce résultat, quoique faible, n'en est pas moins remarquable, puisque les vents d'O. et de S. dominèrent pendant la traversée, et qu'ensuite le courant des eaux de la Plata, à l'ouvert de laquelle nous nous trouvâmes pendant quelques jours, eut pour effet de porter le navire à

l'E. aussitôt qu'il eut dépassé le parallèle du cap Sainte-Marie. Je crois que l'on peut conclure de là, que le courant de l'Atlantique, de Rio-Janeiro à la Plata, porte d'une manière notable dans le S. O.

Le 23 avril au soir, *la Bonite* atterrit sur l'île Lobos, qui doit son nom à la multitude de phoques ou loups marins qui fréquentent ces parages. Cette île est basse et privée de végétation. Un écueil la prolonge dans l'E.; mais au N. et au S. elle est saine, et peut être approchée. Le chenal qui la sépare de la côte orientale du Rio de la Plata est large de 3 à 4 lieues, et peut être fréquenté par les plus grands navires.

Les terres sont médiocrement hautes du cap Sainte-Marie jusqu'à la ville de Maldonado, vis-à-vis laquelle est la petite île de Goriti, presque exclusivement formée de diorite stratiforme; mais de Maldonado à Montevideo l'aspect change; les montagnes s'élèvent et prennent des formes arrondies, et enfin diminuent de hauteur vis-à-vis l'île Florès. Nous mouillâmes à 2 lieues de cette île, et je recueillis sur l'ancre un échantillon d'argile calcarifère, propre à donner l'idée des dépôts d'alluvion actuellement formés par le Rio de la Plata.

Le 24, nous arrivâmes enfin près de Montevideo, dans la baie qui mérite à peine ce nom, car les grands bâtiments au mouillage ne sont guère abrités que de l'E. N. E. au N. O., par les terres comprises entre les pointes Brava et Das Yeguas.

La ville s'élève sur une pointe qui s'avance dans le

fleuve à la partie est de la baie. Le sol des environs est formé d'un gneiss à grains très-fins, quelquefois schistoïde, grisâtre et rougeâtre, disposé en strates presque verticales, et dirigées de l'O. S. O. à l'E. N. E., à peu près dans le même sens que la côte. Ce gneiss est très-grenatifère, comme celui de Rio-Janeiro, mais il en diffère notablement par la petitesse des cristaux agrégés qui le forment, et surtout par sa tendance à se déliter parallèlement aux plans de stratification. Des couches subordonnées de micacite viennent assez fréquemment paraître à la surface du sol entre les affleurements du gneiss; mais elles n'ont pas une aussi grande puissance que celui-ci. D'après la disposition des lieux, il n'est pas possible de suivre cette formation dans le sens perpendiculaire à sa direction, pour pouvoir reconnaître quelle est la nature des couches qui lui sont adossées.

Les monticules arrondis dont cette pointe est formée, s'aplanissent en pénétrant dans l'intérieur du pays, où la roche se montre rarement à nu. Une terre rouge argileuse, contenant fréquemment des tubulures de calcaire concrétionné, recouvre les tranches des roches primordiales, et paraît acquérir quelquefois une épaisseur assez grande. C'est dans une argile analogue que, de l'autre côté du fleuve, dans les Pampas des environs de Buenos-Ayres, on a trouvé des squelettes de mastodontes et de mégathérium et des carapaces d'un tatou d'une très-grande espèce. Celles-ci ont été prises pour la dépouille fossile des mégathérium; mais on est aujourd'hui re-

venu de cette grave erreur. Des coquilles marines, analogues à celles qui vivent dans les mers voisines, s'y rencontrent aussi, et leur examen pourrait fournir des notions précises sur l'âge de ces dépôts, que je crois devoir rapporter à l'étage diluvien.

Cette terre argileuse, qui forme le sol végétal des environs de Montevideo, paraît peu favorable à la grande végétation, car les arbres sont très-rares sur toute la côte orientale du fleuve.

Le savant géologue de l'expédition de *l'Adventure* et du *Beagle*, M. Darwin, qui a remarqué sur le rivage de nombreux indices du soulèvement de la côte, voit dans le fait de l'absence de grands végétaux, une nouvelle preuve à l'appui de l'opinion qu'il exprime, que les plaines qui s'étendent des deux côtés de la Plata formaient, à une époque peu éloignée de nous, un vaste bassin amené au-dessus de la surface des eaux, par suite d'un soulèvement.

Le même auteur ajoute que les grands végétaux du Brésil n'ayant pu s'acclimater, à cause des différences des températures sur les rives de la Plata, et que la distance qui sépare celles-ci de toute contrée boisée étant trop grande pour que la migration des graines ait pu avoir lieu, une végétation herbacée a été créée pour peupler cette vaste contrée récemment soulevée.

Ces deux raisons seraient également applicables à la côte occidentale qui, en supposant un soulèvement probablement progressif, n'a dû s'élever au-dessus de la surface des eaux du fleuve que longtemps après la côte orientale, puisque celle-ci a des sommets

hauts de plus de 150 mètres, tandis que l'autre est à peine élevée de quelques mètres.

Cependant, cette côte que j'ai eu occasion d'examiner en détail, lorsque je coopérais à la reconnaissance hydrographique de la Plata, est recouverte d'une végétation puissante. Les vents de S. O., qui sont si fréquents dans la Plata, auraient pu facilement transporter les germes sur la côte opposée, s'il n'y avait pas une autre cause au déboisement de cette côte.

Cette cause, c'est, je pense, dans la nature même du sol qu'il faut la chercher. Sur la côte orientale, la couche de terre végétale est mince, et repose immédiatement sur les tranches des roches primordiales, qui laissent échapper par les joints d'une stratification verticale, l'humidité nécessaire au développement de la végétation; tandis que sur la côte occidentale, cette couche est séparée des roches primordiales par de nombreuses et puissantes assises de l'époque tertiaire. Quant à moi, je n'ai vu aucune trace qui puisse me faire croire à un soulèvement postérieur au grand cataclysme diluvien.

A la pointe ouest de la baie, près du bord de la mer, s'élève le Cerro (la montagne), qui n'est qu'une colline haute de 140 mètres, dominant la plaine peu accidentée qui s'étend dans le nord. C'est le point que l'on voit du large en se dirigeant sur Montevideo, et qui sert de reconnaissance aux navires qui naviguent dans cette partie de la Plata.

Le Cerro, au voisinage duquel Montevideo doit son nom, a la forme d'un cône à large base et à

pente douce. La régularité de sa forme et la végétation herbacée qui le couvre rendent difficile la recherche de sa nature géologique, qui ne peut guère être appréciée qu'au moyen de quelques extrémités de couches, qui ont plus que les autres résisté à l'action désagrégeante de l'atmosphère, et qui viennent percer de place en place la légère couche de terre végétale.

Dans la seule excursion que j'ai pu y faire, j'ai abordé la base du côté de l'E., et j'ai été assez heureux pour que la direction dans laquelle je l'ai gravi fût à peu près perpendiculaire aux couches verticales qui le forment; ce qui m'a permis de voir toutes celles qui affleurent la terre végétale.

Au bord de la mer, la roche est un gneiss schistoïde jaunâtre à grains fins, complétement analogue à celui des environs de la ville, et formant une couche visible à peu près sur une épaisseur de 10 mètres. Sur cette couche, ou plutôt à côté, puisqu'elles ont été soumises à l'action d'une force qui les a redressées presque verticalement, est une diorite schistoïde qui règne sur une épaisseur de 7 à 8 mètres. Le feldspath diminuant progressivement dans cette roche, et l'amphibole y augmentant, elle passe à une véritable amphibolite verdâtre, qui se montre jusqu'à la hauteur de 135 mètres, et qui n'est interrompue que par quelques couches subordonnées de micacite noirâtre, et de nombreux filons de quartz blanc grenu.

A 130 mètres environ, des couches de talcite vien-

nent s'appuyer sur celles d'amphibolite, et former le plateau supérieur du Cerro.

Enfin, sur toute la montagne, on rencontre de nombreux cailloux roulés de quartz hyalin blanc, et de leptinite, que je n'ai nulle part rencontrés en place, mais qui probablement proviennent de couches subordonnées au gneiss ou à la diorite.

Le degré d'inclinaison de ces différentes couches est très-difficile à apprécier, puisqu'on ne peut les observer que sur les blocs saillants au milieu de la terre végétale. Il aurait été utile d'établir si la couche supérieure de talcite était parallèle aux autres, pour déterminer si le redressement des gneiss et des amphibolites avait eu lieu avant qu'elle fût formée; mais la disposition des lieux, et principalement la courte durée de notre séjour, qui ne m'a permis de faire qu'une courte excursion au Cerro, m'ont mis dans l'impossibilité de compléter mes observations, et d'examiner le côté opposé de la montagne, où j'aurais sans doute trouvé des couches supérieures aux talcites.

Quoi qu'il en soit, je crois pouvoir conclure de ce qui précède, que le terrain des environs de Montevideo appartient à la partie supérieure du graud étage des gneiss. La présence des talcites semblerait indiquer que tout l'étage des micacites manque sur ce point, ou du moins n'est que faiblement représenté par les quelques couches de micacite qui sont subordonnées dans le gneiss de Montevideo et dans l'amphibolite du Cerro. Une exploration plus approfondie serait nécessaire pour justifier cette opinion.



Toute la portion du littoral de la bande orientale de la Plata, comprise entre le cap Sainte-Marie sur l'océan Atlantique jusqu'à la Colonia del Sacramento, est formée de roches primitives en couches verticales. Au contraire, la côte occidentale, que j'ai explorée à une époque antérieure au voyage de *la Bonite*, depuis le cap Saint-Antoine jusqu'à Buenos-Ayres, ne laisse nulle part voir le sol fondamental : on n'y trouve que des couches horizontales de marne et d'argile, souvent avec quelques concrétions gypseuses et des rognons de marnolite pénétrée par de l'hydrate de manganèse qui y a formé des dendrites. C'est sur ces roches qui, d'après les fossiles qu'elles renferment, paraissent appartenir à l'étage des faluns de la période palæothérienne, que repose le diluvium à mammifères, dont il a été question plus haut. Quoique bien différentes par leur nature minéralogique des couches qui se montrent dans les environs de Bordeaux, en Touraine et en Allemagne, elles doivent probablement être rapportées à la même époque géologique. Plus on monte dans la série des terrains, plus les produits du même âge diffèrent entre eux.

Près des rives de la petite rivière du Salado, au lieu dit Rincon de Lopès, on a trouvé un ossement appartenant à une grande espèce de cétacé.

Celle des deux côtes qui est formée de couches verticales, est beaucoup plus dangereuse que l'autre pour la navigation, et le motif en est facilement appréciable. De nombreux écueils sous-marins y exis-

tent : tantôt, comme au banc Anglais, à la Panela, aux écueils de la pointe del Sauce, la roche est à nu et arrive presque à la surface du fleuve ; tantôt, comme sur les bancs d'Archimède, d'Ortis et Chico, elle forme des plateaux recouverts de sables, mais fort abrupts et dangereux pour les navigateurs.

Sur la côte occidentale, formée de terrains meubles ou légèrement endurcis, disposés en couches horizontales, le fond est mou, s'élève progressivement, et un bâtiment échoué de beau temps n'y courrait aucun danger.

A 15 lieues de Montevideo, près du village de Minas, on a trouvé des filons de plomb sulfuré argentifère, dont l'exploitation a été abandonnée, comme peu productive ; la gangue qui contient le minerai est un calcaire compacte.

Les faibles atomes d'argent fournis par cette mine n'ont pas assurément été l'origine du nom pompeux donné au fleuve par S. Gaboto, qui y pénétra cinq ans après Dias de Solis. Il le nomma Rio de la Plata (rivière d'argent), parce que dans le butin enlevé aux Indiens Guaranis, après une bataille dans laquelle ils avaient été vaincus, il trouva quelques vases remplis d'ornements d'argent. Préoccupé, comme la plupart des voyageurs de son temps, de l'idée que les pays nouvellement découverts contenaient en grande abondance les métaux précieux, Gaboto supposa que cet argent avait été trouvé dans le voisinage, tandis qu'en réalité il provenait des échanges faits par les habitants avec ceux du Chili.



C'est à cause de cette futile circonstance que le fleuve perdit le nom de Solis, que lui avait donné son véritable découvreur, qui avait payé de sa vie l'honneur de sa découverte.

Le nom indien du fleuve était *Parana Guaçu.*

Pendant le séjour que *la Bonite* fit sur cette rade, du 24 au 28 avril, les températures moyennes diurnes de l'air varièrent entre 14,2 et 18,2; le maximum ayant été de 23,7, et le minimum de 11,6. Celles des eaux du fleuve furent entre 15,4 et 16,0; maximum 18°,0, minimum 14,6.

Sur 106 observations, les eaux furent 63 fois plus chaudes, et 43 fois plus froides que l'air.

Le 28 avril, à six heures du matin, nous appareillâmes pour sortir de la Plata, et aller doubler le cap de Horn.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES.

RIO DE LA PLATA ET MONTEVIDEO.

50. Marne arénifère verdâtre, avec débris de coquilles vivantes.

Rapportée par une ancre mouillée par 13 mètres de profondeur, à 16 kilomètres dans l'est de l'île Florès.

51. Gneiss à grains fins, à feldspath d'un blanc grisâtre, très-peu micacé.

De la pointe sur laquelle la ville de Montevideo est bâtie.

52. Gneiss schistoïde à grains fins, composé de feldspath blanc grisâtre et de petites lamelles de mica blanc et noir.

Près Montevideo.

53. Même roche.

Même gisement.

54. Gneiss quartzifère à grains fins, peu micacé, grisâtre.

Même gisement.

55. Micacite (1) d'un vert noirâtre, grenatifère, à grains fins.

En couches sur le gneiss, près Montevideo.

56. Gneiss à gros grains, à feldspath blanc et rouge, et mica blanc contenant des lames de talc rougeâtre.

Près Montevideo.

57. Même roche.

Même gisement.

58. Même roche.

Même gisement.

59. Gneiss à grains fins, schistoïde, à feldspath jaunâtre, à mica noir peu abondant.

Près Montevideo.

60. Gneiss très-schistoïde, à grains fins, composé de feldspath jaunâtre et de mica noir peu abondant.

En couches presque verticales, dirigées de l'E. N. E. à l'O. S. O., au pied de la montagne de Cerro, près du bord de la mer.

(1) *Micacite*, de la famille des roches micacées, agrégée, composée essentiellement d'environ deux tiers de quartz et un tiers de mica.

Constitue la plus grande partie du grand étage qui porte son nom, et se rencontre quelquefois à la partie supérieure des gneiss et dans les talcites cristallifères.

61. Diorite schistoïde, très-riche en amphibole, composée de feldspath blanc, disposé par lits dans le sens du délit, et d'amphibole vert noirâtre.

En couches verticales, contiguës et parallèles à celles de gneiss, à 12 mètres au-dessus du niveau du fleuve.

62. Amphibolite (1) fibreuse, feldspathique, composée d'amphibole d'un vert grisâtre, en couches contiguës et parallèles à celles de diorite. Les fibres sont perpendiculaires aux faces naturelles, qui sont incrustées d'hydrate de fer.

A 16 mètres au-dessus du niveau du fleuve.

63. Micacite noirâtre, très-schistoïde, à grains fins.

En couches subordonnées dans les amphibolites, à 24 mètres au-dessus du niveau du fleuve.

64. Quartz hyalin vitreux.

En filon, dans l'amphibolite, dont il empâte des fragments.

65. Quartz grenu d'un blanc jaunâtre.

En filon, dans l'amphibolite.

(1) *Amphibolite*, de la famille des roches amphiboliques, agrégée, presque exclusivement composée d'amphibole d'un vert noirâtre.

Cette roche se montre dans l'etage des gneiss et à leur jonction avec les micacites.



66. Amphibolite d'un vert noirâtre, presque compacte, colorée superficiellement par de l'hydrate de fer.

A 100 mètres au-dessus du niveau du fleuve.

67. Même roche d'un vert foncé, compacte, à 125 mètres.

68. Leptynite (1) grenue, d'un blanc jaunâtre, en fragments sphéroïdaux, colorés à la surface par de l'hydrate de fer qui a pénétré une partie de la masse et encroûtés de feldspath grenu d'un blanc grisâtre.

En galets au sommet du Cerro.

69. Même roche.

Même gisement.

70. Quartz grenu, d'un blanc jaunâtre.

En filon, dans l'amphibolite, à 110 mètres de hauteur.

71. Même roche.

Même gisement.

(1) *Leptynite*, de la famille des roches feldspathiques, phanérogène, agrégée, composée essentiellement de feldspath, à grains très-atténués, de mica pour environ un 200e de la masse, et de grenat pour un 500e.

Gît ordinairement en couches subordonnées dans la partie moyenne des gneiss.

72. Talcite (1) schistoïde, un peu quartzifère, en partie altéré, d'un jaune verdâtre.

En couches superposées à celles d'amphibolite. A 130 mètres.

73. Même roche, mais moins altérée.

Même gisement.

74. Même roche.

Même gisement.

75. Gravier quartzeux contenant des grains feldspathiques, dioritiques, amphiboliques, grenatiques, micacés et talqueux.

Sur les bords du fleuve, au pied du Cerro.

76. Sable quartzeux, micacé, très-fin.

Sur la plage.

77. Marne jaunâtre, très-coquillière, devenant très-dure par la dessiccation.

Rapportée par une ancre mouillée par 8 mètres en rade de Montevideo.

(1) *Talcite*, de la famille des roches talqueuses, formé de talc, soit à l'état de lame, soit à l'état compacte, mélangé de parties quartzeuses ou feldspathiques.

Cette roche, qui se montre tantôt à l'état adélogène, tantôt à l'état phanérogène, constitue la plus grande partie des deux étages supérieurs de la période primitive.



78. Galets d'amphibolite fibreuse d'un vert noirâtre.
Du pied du Cerro.

79. Diorite à grains fins, passant à l'amphibolite, composée d'amphibole verte et de feldspath blanc, devenant plus apparente à la surface, par suite d'un commencement de composition.
Du Cerro.

80. Quartz grenu.
En filons dans les roches amphiboliques du Cerro.

81. Galets de quartz agate du Rio-Negro (Uruguay).

CHAPITRE III.

Observations thermométriques et influence des courants dans l'Atlantique, du Rio de la Plata au cap Horn. — Parages du cap Horn. — Vents, courants et température. — Bancs de glace. — Blocs de roches primordiales transportés sur les glaces, de la terre Louis-Philippe aux îles Shetland, par le courant des régions circompolaires australes. — Observations diverses faites du cap Horn à Valparaiso. — Baie de Valparaiso. — Volcan d'Acoucagua. — Forme et constitution géologique des collines des environs de Valparaiso. — Roches stratifiées, diorite et leptynite. Roches non stratifiées, granite, fraidronite, porphyre pétrosiliceux, quartz en filons et pegmatite. — Du soulèvement du sol dans les environs de Valparaiso pendant les tremblements de terre de 1822 et 1835. — Opinions de différents auteurs à ce sujet. — Discussion de ces opinions. — Comparaison de deux plans du mouillage levés l'un en 1744, l'autre en 1837. — Observations thermométriques à Valparaiso.

Dans le but de rendre plus clair le résumé de celles des observations faites à bord de *la Bonite* pendant la traversée de Montevideo à Valparaiso, qui sont de nature à intéresser les géologues, je crois devoir diviser ce que j'ai à en dire en trois parties. La première

comprendra les observations faites dans l'océan Atlantique depuis le Rio de la Plata jusque par 55° de latitude sud; la seconde, celles faites pendant le passage du cap Horn, qui s'est trouvé effectué lorsque *la Bonite* s'est retrouvée dans l'océan Pacifique par ce même 55° degré; et enfin dans la troisième, nous donnerons le résumé des observations faites de ce point à Valparaiso. Le premier de ces intervalles comprenant 12, le second 15, et le troisième 16 jours.

En débouquant du Rio de la Plata par le S. du Banc Anglais, nous trouvâmes une jolie brise de S. S. O. qui nous permit de nous éloigner promptement de la terre. Deux jours après, elle fut remplacée par des vents variables du S. S. E. au N. N. E, après lesquels les vents de la partie de l'O., variables du N. O. au S. S. O., devinrent dominants.

Pendant les 12 jours que *la Bonite* mit à franchir cette zone, les courants eurent pour effet de la porter de 13 lieues marines au S. et de 38 à l'O.

En rapprochant ce résultat de ceux mentionnés dans les chapitres précédents, ne peut-on pas conjecturer que le grand courant équatorial qui, se dirigeant à l'O., en sens inverse du mouvement de la terre, va rencontrer les côtes d'Amérique, se bifurque à la rencontre de cet obstacle, et que l'une de ces branches forme le Gulph-stream, dont la marche et la direction sont bien connues, tandis que l'autre suit à peu près les côtes de l'Amérique méridionale du N. N. E. au S. S. O., jusqu'à ce que la rencontre de la masse d'eau que le Rio de la Plata verse dans l'At-

lantique le fasse dévier en le forçant à prendre une direction entre le S. et l'E?

Les moyennes diurnes des températures de l'air décrurent progressivement, pendant cette période, de 15° à 4° centigrades, le maximum ayant été de 17°,3, et le minimum de 2°. Quant aux moyennes des températures des eaux de la mer, elles subirent d'importantes variations.

Le 29 et le 30 avril, étant encore dans les eaux de la Plata, leur température fut, en moyenne, supérieure de 2° à celle de l'air, et depuis ce moment les moyennes diurnes furent constamment plus faibles.

Le 1er mai, de minuit à 10 heures du matin, la température de la mer avait varié entre 18° et 16°,3; à 10 heures, elle était de 16°,6, et à 11 heures, elle tombait à 8°,8, pour s'y maintenir ou à peu près. Nous nous trouvions alors par 40° de latitude S. et 57° de longitude O. La température de l'atmosphère n'avait pas, dans le même moment, subi une variation importante, puisque, à 10 heures, le thermomètre, à l'air, marquait 12°,4, et à 11 heures 10°,7.

La moyenne de la température diurne de l'air d'un minuit à l'autre, le 1er mai, était de 14°,3, et celle du jour précédent avait été de 14°,8.

Il est probable que ce brusque changement de température de la mer doit être attribué à un exhaussement subit du fond, et peut-être à ce que le bâtiment aurait traversé une profonde vallée sous-marine dans laquelle couleraient les eaux de la Plata, et serait arrivé à un plateau que ces mêmes eaux ne franchiraient pas.

A partir de ce moment, les moyennes de température de la mer varièrent entre 10° et 5°, le maximum ayant été de 11°,7, et le minimum de 3°,8.

Dans cette partie de la traversée, sur 223 observations, la mer fut 115 fois plus chaude et 106 fois plus froide que l'air.

Dans la journée du 10 mai, nous parvînmes à cette zone, située au delà du parallèle de 55°, qui forme la limite des parages du cap Horn, et où commence véritablement le passage de cette extrémité méridionale de l'Amérique qu'à plus juste titre que le cap de Bonne-Espérance on pourrait appeler le cap des Tempêtes. De très-fortes brises d'O., O. S. O. et O. N. O. ne nous permirent d'avancer qu'avec peine; mais, le 17, elles passèrent au N. N. E., puis revinrent au S. O. Ce ne fut que le 25 que nous franchîmes de nouveau ce parallèle de 55°. L'action moyenne des courants par ces latitudes fut peu de chose. Pendant ces 15 jours, ils eurent pour effet de nous porter de 2 lieues au S. et de 12 à l'E., quoique chaque jour les différences entre les positions déduites de l'estime et celles des observations fussent assez fortes.

Les températures moyennes de l'air varièrent entre + 1° et 5°, le maximum ayant été de 6°,4, et le minimum de + 0°,5. Celles de la mer se maintinrent entre 3°,4 et 4°,7, le maximum ayant été de 5°,4 et le minimum de 1°,3. Sur 306 observations, la mer fut 129 fois plus chaude et 169 fois plus froide que l'air. Ce résultat, qui est contraire à ceux que nous avons obtenus ordinairement, trouve son ex-

plication toute naturelle dans le fait dont il va être question.

Pendant quatre jours, nous eûmes constamment en vue un grand nombre de bancs de glace détachés de la banquise qui entoure les terres australes, et flottant librement dans ces mers ordinairement dégagées. Les uns étaient de véritables îles s'élevant jusqu'à 60 à 80 mètres au-dessus du niveau de la mer, les autres des bancs presque à fleur d'eau. Nous nous dégageâmes avec quelque peine de cet archipel flottant, et nous passâmes assez près de quelques-unes des îles les plus hautes pour pouvoir apprécier tous les accidents de leurs formes bizarres.

Sur aucun d'eux, nous ne vîmes de blocs de rochers qui puissent confirmer l'opinion, que je crois du reste parfaitement logique, que des glaces analogues sont les véhicules qui ont transporté sur les montagnes calcaires de notre continent, les blocs erratiques détachés des montagnes d'origine primordiale que l'on y rencontre si fréquemment.

A l'époque du grand cataclysme diluvien, où probablement ces blocs ont été déposés sur les plateaux, et même les pentes des montagnes, tout s'est passé dans la nature sous l'influence de phénomènes qui, par leurs effets gigantesques, sont bien loin de ce qui se passe sous nos yeux dans la période géologique actuelle, mais qui cependant offrent encore aujourd'hui des résultats analogues, quoique sur une échelle beaucoup plus petite.

Une observation judicieuse de faits de l'ordre de

ceux dont il est ici question, conduisit les géologues à une conclusion hardie que l'événement a démontrée vraie.

Sur les plages des îles Shetland, qui sont entièrement composées de produits basaltiques, les navigateurs avaient rencontré des blocs de roches primordiales, telles que des gneiss et des pegmatites, d'un volume et d'une abondance tels qu'il n'était pas possible de supposer qu'ils provinssent du déchargement du lest des navires, et on émit la conjecture que ces blocs pouvaient bien avoir été apportés par les bancs de glace, détachés de la banquise australe, et charriés par le grand courant polaire qui porte à peu près dans la direction du N. E.; et que, par conséquent, il était possible que les roches dont il est ici question provinssent des terres australes si longtemps cherchées, et qui seraient situées à peu près dans le S. O. des îles Shetland.

Cette conjecture hardie s'est trouvée entièrement justifiée par la découverte des terres Louis-Philippe et Graham, faite par l'illustre et malheureux amiral Dumont d'Urville; les échantillons de roches détachées des côtes qui ont été abordées par l'expédition de *l'Astrolabe* et de *la Zélée*, sont précisément des gneiss et des pegmatites.

La constitution géologique de la partie méridionale de l'Amérique est bien imparfaitement connue. Sur les côtes du détroit de Magellan, on a trouvé des granites, des diorites et des schistes argileux; près du port Désiré, la présence de marbres veinés de vert,

et de talcites peut faire présumer que les roches qui constituent le sol appartiennent à l'étage des talcites phylladiformes. Au port Sainte-Hélène, le capitaine King a vu des collines hautes de 100 à 130 mètres, entièrement composées de diorite porphyrique, d'harmophanite et d'hypersthénite; mais près du bord de la mer, un conglomérat formé de fragments arrondis des mêmes substances, cimentés par un calcaire coquillier, vient attester la présence en ce point d'un terrain d'origine beaucoup plus récente.

Les îles qui s'étendent au sud du continent sont, à ce qu'il paraît, entièrement basaltiques; à la partie méridionale de la terre du Roi-Charles, le capitaine Basil Hall remarqua, en 1829, un volcan actuellement brûlant.

Du 26 mai au 10 juin, *la Bonite* franchit l'espace qui sépare le cap Horn de Valparaiso avec des brises variables et un temps couvert et pluvieux. Pendant cette période, les courants eurent pour effet de nous porter de 38 lieues au nord et de 33 à l'est. Ce résultat est d'accord avec ce que disent les navigateurs, d'un courant qui porte les eaux du grand Océan vers cette portion des côtes d'Amérique. En remontant vers le nord, les températures moyennes de l'air augmentèrent, et nous les vîmes dans cette période varier de 4°,7 à 14°,7, le maximum étant de 19°,6 et le minimum de 2°,2. Celles de la mer varièrent dans le même rapport, et furent contre l'ordinaire à peu près les mêmes que celles de l'air. Ce résultat est d'accord avec la direction du courant qui, amenant les eaux du

sud au nord, vient diminuer la température. Le maximum fut de 15° et le minimum de 4°,4. Sur 374 observations, la mer fut 272 fois plus chaude et 96 fois plus froide que l'air.

Le 10 juin, à 4 heures du soir, nous mouillâmes devant Valparaiso, dont l'aspect ne justifie en rien le nom de vallée du Paradis, qui ne peut lui avoir été donné que par des marins lassés des horreurs de la navigation du cap Horn. La baie est formée par une rentrée de la côte, qui, après s'être dirigée du N. N. O. au S. S. E., s'infléchit sur elle-même, décrit un demi-cercle et revient au nord former une pointe avancée qui porte le nom de pointe de Valparaiso, sur laquelle est construit un phare élevé de 53 mètres au-dessus du niveau de la mer.

C'est dans la partie S. O. de cet enfoncement qu'est bâtie la ville, formée de deux rues parallèles, suivant toutes les inflexions de la côte. A l'ouest de la ville s'élève une chaîne de collines qui sont une ramification de la grande chaîne des Andes, et qui suivent la même direction que le rivage. Des rues latérales perpendiculaires aux premières s'élèvent sur les contreforts de ces collines séparées par des ravins escarpés que l'on nomme dans le pays *Quebradas*.

Au nord-est et à l'est apparaissent dans le lointain quelques-uns des sommets de la chaîne des Andes; l'un d'eux, le volcan d'Acoucagua, atteindrait, d'après les mesures prises par les officiers du *Beagle*, l'énorme hauteur de 6000 mètres. Mais, soit à cause de l'élévation des sommets du premier et du second plan, soit à

cause de la distance, il ne nous parut pas atteindre cette élévation prodigieuse. Sa masse est bien loin d'impressionner de la même manière que celle du Chimboraço, vu plus tard par nous d'un mouillage dans la rivière de Guayaquil, pas même plus que celle du Mont-Blanc, vu de la vallée de Chamouny, au-dessus de laquelle il ne s'élève cependant que de 3800 mètres. Du reste, il est impossible de contredire une mesure d'après des impressions toujours si erronées dans les pays de montagnes, surtout lorsque cette mesure a été prise par des hommes d'un mérite incontestable.

Au nord de la ville, les montagnes s'infléchissent vers l'est, pour aller rejoindre la chaîne des Andes, et laissent entre elles et la mer un espace plus grand occupé par le faubourg de l'Almendral, qui tôt ou tard deviendra plus important que la ville actuelle.

Les collines qui se prolongent du nord au sud à l'ouest de la ville, sont celles que j'ai examinées avec le plus de détail. Leurs pentes approchent tellement de la mer, que presque partout la roche a dû être creusée pour établir le chemin qui mène au Castel-Viejo. Les sommets, hauts d'environ 400 mètres, sont terminés par des plateaux, et les flancs sont arrondis.

La roche qui les forme est une belle diorite stratiforme souvent porphyrique, dont il est difficile de déterminer la direction et l'inclinaison, qui l'une et l'autre m'ont paru assez variables. Cette roche est sans délit prononcé, et ce n'est guère que par la situation des éléments minéralogiques constituants, et par

l'intercalation des couches subordonnées qu'il est possible de reconnaître la stratification. La direction m'a paru être généralement du sud au nord et l'inclinaison voisine de la verticale.

Cette diorite grenue contient des couches peu épaisses de diorite schistoïde subordonnée. Au bord de la mer gisent fréquemment de gros blocs de la même roche coupée par des veines d'une belle épidote grenue, aciculaire et radiée.

Dans un des ravins qui vient aboutir à la mer, une coupe naturelle dirigée de l'est à l'ouest m'a permis d'observer un amas transversal de granite à grains moyens, qui, poussé par un effort de l'intérieur, est venu couper obliquement les strates de diorite. Entre ces deux roches se trouve un filon de quartz hyalin brisé et fracturé perpendiculairement aux faces naturelles du filon, de telle sorte que l'on pourrait penser que sa formation a précédé celle du granite, et qu'il a été refoulé et brisé lors de son éruption. La partie supérieure de ce quartz est imprégnée et colorée par de l'hydrate de fer.

En gravissant sur le sommet de ces collines par un chemin en pente douce, mais où le sol est partout recouvert d'une végétation herbacée, on ne peut plus observer leur constitution que par les roches qui percent le sol et qui souvent ne sont pas en place.

J'ai pu cependant constater la présence dans la diorite, de couches subordonnées de leptynite passant au gneiss, d'une fraidronite qui ne m'a paru présenter aucune tendance à la stratification, et qui est probable-

ment une roche de filon, et enfin d'un porphyre pétrosiliceux constituant des amas transversaux.

Au S. S. E. de Valparaiso, les collines sont moins élevées et sont composées d'une manière analogue. Les couches de diorite semblent se diriger un peu plus vers l'Est, et contiennent des couches subordonnées d'un pétrosilex grisâtre dont l'épaisseur varie de 1 à 2 mètres, et des amas de granite dans lesquels la décomposition a fait plus de progrès que dans les roches constituées d'une manière plus simple. La différence de conductibilité des trois éléments qui le composent explique comment le granite, quoique éminemment dur, est une des roches les plus facilement désagrégeables.

Des filons de quartz jaunâtre fortement épidotifère et contenant en outre des cristaux de tourmaline noire, et des filons de pegmatite, se montrent de place en place. Les filons de quartz, ayant mieux résisté que les autres aux influences atmosphériques, sont en saillie sur le sol herbacé et semblent de loin des pans de murailles en ruine.

Le sol meuble qui recouvre ces roches est en quelques points d'un rouge brique assez intense; cette couleur est probablement le résultat de la décomposition des pyrites que l'on rencontre dans quelques-unes des roches de filon et principalement dans les fraidronites; c'est peut-être aussi à la décomposition de ces pyrites probablement aurifères qu'il faut attribuer la présence de la petite quantité d'or qui existe dans les alluvions de quelques ravins.

A de plus grandes hauteurs, sur la route de Valparaiso à Santiago, on trouve des micacites, des porphyres pétrosiliceux et des pétrosilex talcifères. Ces roches, quoique appartenant à la même période géologique, seraient cependant d'un autre étage. Celles des environs de Valparaiso appartiendraient à la formation de diorite stratiforme dans le grand étage des gneiss, les autres aux étages de micacite et de talcite cristallifère.

J'arrive à un point bien contesté, sur lequel la brièveté de notre séjour à Valparaiso et la multiplicité de mes devoirs, qui ne m'ont pas permis d'observer les lieux avec tout le détail nécessaire, ne me permettront pas d'apporter de nouvelles lumières, autres que celles qui peuvent résulter de la discussion des motifs allégués pour arriver à une conclusion importante. Je veux parler des soulèvements de la côte du Chili lors des tremblements de terre du 19 novembre 1822 et celui du 20 février 1835.

Les effets du premier de ces tremblements de terre ont été décrits par mistriss Graham, qui habitait alors le village de Quintero, à 10 lieues au nord de Valparaiso. Cette dame ayant visité les lieux le lendemain de l'événement, a vu, dit-elle, des preuves irrécusables du soulèvement du sol ou de l'abaissement de l'Océan. La côte aurait été soulevée sur une longueur de 100 milles, et le soulèvement aurait été de 3 pieds à Valparaiso et de 4 à Quintero. L'ancien rivage était à sec; des rochers naguère sous les eaux étaient découverts, et les débris d'un navire échoué, dont on ne

pouvait approcher, étaient facilement abordables, quoique sa position relativement à la terre n'eût pas changé.

Quant au second, celui de 1835, M. Alison, dans la lettre qu'il adresse à ce sujet à la Société géologique de Londres, en date du 22 mars 1835, dit positivement que le sol s'éleva de 2 à 3 pieds; cette différence put, ajoute-t-il, être exactement appréciée au moyen de sondages faits dans la baie, où des rochers, naguère cachés par les eaux, furent mis à découvert.

MM. Gay, Caldcleugh, Darwin partagent cette opinion, et pour l'appuyer avancent différents faits; le premier, que la mer qui, il y a 25 ans, baignait le pied des maisons de la rue principale, s'est tellement retirée, que l'on a pu construire une nouvelle rangée de maisons séparées des premières par une rue de 20 pieds de large. MM. Caldcleugh et Darwin affirment que l'on rencontre en divers points, à d'assez grandes hauteurs au-dessus du niveau de l'eau, des bancs considérables de coquilles qui vivent actuellement dans ces parages; que ces coquilles appartiennent à l'époque géologique dans laquelle nous vivons, qu'elles fournissent toute la chaux nécessaire à la construction des maisons, et de plus, que des Balanes sont encore attachées aux rochers des falaises, à des hauteurs qu'aujourd'hui la mer n'atteint plus.

D'une autre part, M. Cuming écrivant à la Société géologique de Londres, affirme n'avoir jamais vu ni Balanes ni Patelles au-dessus du niveau de la haute mer. La mer, dit-il, vient baigner les murs de

la maison que j'habite, précisément de la même manière qu'avant 1822, et les vaisseaux occupent le même mouillage. Quant aux coquilles trouvées à Quintero, M. Cuming dit qu'aux points où la côte est basse, la mer pénètre à 1000 ou 1200 pieds dans l'intérieur des terres, et y dépose des coquilles actuellement vivantes; qu'au delà il existe des coquilles, mais qu'elles sont à l'état fossile, et qu'enfin il n'a jamais vu de coquilles récentes au delà du point où arrivent les eaux.

Quant à moi, mes observations ont été trop peu étendues pour qu'elles puissent avoir quelque valeur; mais je dois dire que je n'ai vu aucun indice qui puisse me faire croire au soulèvement.

Le fait si positif avancé par M. Gay paraît radicalement détruit par les assertions de M. Cuming, ancien habitant du pays, qui faisait ses observations sur sa propre maison, et qui par cela même me semble mériter une grande confiance.

Quant aux coquilles trouvées en certains points de la côte, il ne me paraît pas clairement établi que les dépôts qu'elles forment appartiennent à la période actuelle. On sait que dans les derniers étages de la période palœothérienne, la proportion des coquilles qui ont leurs semblables ou leurs analogues va jusqu'à soixante pour cent. Ce n'est donc qu'après un examen bien approfondi que l'on peut décider que les coquilles sont réellement récentes; or, cet examen ne me paraît pas avoir été suffisamment fait.

En admettant cependant que ces dépôts soient ré-

cents, il me semble qu'il serait possible d'expliquer leur présence sans avoir recours au soulèvement du sol, et seulement en se basant sur des faits historiques.

Dans les tremblements de terre des siècles derniers, la mer s'est plusieurs fois retirée à une assez grande distance, et n'a repris son lit qu'après un mouvement de reflux si violent, que des navires ou des embarcations ont été portés à de grandes distances et à de grandes hauteurs dans les terres.

Le père d'Acosta dit qu'en 1586 la mer s'avança à deux lieues au moins dans les terres;

Frésier, que le tremblement de terre de 1605 eut pour effet de submerger la ville d'Arica.

Enfin, il est constant qu'à une époque moins reculée, en 1746, la ville du Callao, près Lima, fut engloutie par les sables ramenés par la mer qui s'était éloignée d'abord du rivage, et que des navires au mouillage furent portés fort avant dans les terres.

A Valparaiso, dans le tremblement de terre de 1765, des canots furent portés par la mer jusque vers l'église de San-Francisco, située sur une hauteur.

Si ces effets ont pu être produits, ne serait-il pas plus naturel d'attribuer aux mêmes causes les accumulations de coquilles supposées récentes, plutôt que d'expliquer leur présence par un soulèvement du sol? Si ces dépôts sont tellement considérables qu'ils puissent depuis longtemps fournir la chaux nécessaire aux constructions de Valparaiso, n'est-il pas plus probable qu'ils ont été balayés et réunis par un mouvement violent de l'Océan, plutôt que de penser que ces accumula-

tions ont été formées par des mollusques vivants, ainsi pressés les uns contre les autres, et soulevés ensuite avec le fond sur lequel ils reposaient?

Un examen attentif de ces dépôts pourrait éclaircir ce fait de savoir s'ils existent en place ou s'ils ont été transportés. Il suffirait pour cela d'examiner avec soin si les coquilles ont leurs valves réunies, si elles sont disposées par couches d'espèces semblables, suivant la profondeur à laquelle elles vivent, ou bien si elles sont mélangées; dans le premier cas, on pourrait acquérir la certitude qu'elles sont bien là où elles ont vécu; dans le second, que les dépôts doivent naissance à une action de transport. Malheureusement pour la solution de la question qui nous occupe, un pareil examen n'a pas été fait.

Les mouvements d'oscillation (1) qui ont produit les phénomènes que je viens de citer ont été brusques et leurs effets malheureusement trop désastreux; mais ne peut-on pas croire que des oscillations du même genre, quoique beaucoup plus lentes et moins sensibles, ont eu lieu fréquemment, et notamment lors du tremblement de terre observé par mistriss Graham? Cette supposition, que je crois admissible, expli-

(1) On se rendra facilement compte de ces mouvements d'oscillation qui résultent de la flexibilité de l'écorce consolidée, si l'on se rappelle sa faible épaisseur relativement à la longueur d'un demi-cercle du globe. En admettant que cette écorce ait une épaisseur de 10 myriamètres, elle se trouve, relativement au demi-cercle terrestre, dans le rapport de 5 millimètres à 1 mètre.

querait les faits qu'elle observa le lendemain de la secousse principale.

Quant aux raisons tirées des sondages et des rochers nouveaux apparus depuis les derniers tremblements de terre, je crois, pour les faire apprécier à leur juste valeur, devoir mettre sous les yeux du lecteur deux plans du port de Valparaiso.

Le premier a été levé en 1744 par don Antonio de Ulloa, le second en 1837 par les officiers de la frégate *la Vénus*, commandée par M. l'amiral Dupetit-Thouars. Les sondes de ces deux plans publiés l'un et l'autre par le dépôt de la marine, mais que je réduis ici à une même échelle pour les rendre comparables, sont exprimées en brasses françaises.

Comparons les profondeurs de l'eau aux mêmes points, et prenons pour cela une ligne sur laquelle il ne peut pas y avoir d'erreurs, puisque les points extrêmes ne peuvent être confondus avec d'autres, celle de Castel-Viejo à celle de la pointe garnie d'îlots sur la côte des Sept-Sœurs.

Sur le plan de 1744, nous trouvons sur cette ligne 16, 18, 25, 26, 25, 25, 18 brasses.

La plus grande profondeur est donc 26 brasses. Si nous admettons, avec les partisans de l'idée du soulèvement du fond de la mer, qu'en 1822 il ait été de 3 pieds, autant en 1835, nous ne devrions trouver sur cette ligne, pour profondeur maximum, que 24 à 25 brasses d'eau, en supposant toutefois que les tremblements de terre qui ont eu lieu de 1744 à 1822, et particulièrement ceux de 1746 et de 1750, n'aient point

eu une action analogue. Or, la carte de 1837 donne pour profondeur maximum sur cette ligne 33 brasses, c'est-à-dire 7 de plus qu'en 1744, et 8 à 9 au delà de ce qu'elle devrait être en admettant un soulèvement de 6 pieds. Sur chacune des autres lignes que l'on voudra comparer, la proportion sera la même.

Le plan de 1744 indique au sud-ouest et près de l'îlot *Hava* plusieurs roches découvertes; celui de 1837 le désigne comme isolé; bien plus, le plan de 1744 place à un demi-mille au N. N. O. du même îlot une roche à fleur d'eau, qu'il désigne par le signe convenu en hydrographie. Cette roche, qui devrait avoir au-dessus du niveau de la mer une hauteur égale à celle des soulèvements de 1744 à 1837, n'est pas indiquée dans le plan de 1837.

Pourquoi de tous ces faits ne conclurions-nous pas que la mer s'est élevée, ou que la côte s'est abaissée? mais il n'en est rien. Les différences des deux plans tiennent à l'infériorité des procédés hydrographiques en 1744; mais on conviendra du moins qu'il n'est plus possible d'invoquer les différences des sondages pour arriver à conclure le soulèvement de cette côte. J'ajouterai même que pour moi, je regarde le résultat de cette comparaison comme une preuve positive que le soulèvement n'a pas eu lieu (1).

(1) Ayant lu à la société géologique un extrait de ce chapitre, cette lecture amena de la part de plusieurs membres quelques observations que je crois devoir consigner ici.

Séance du 17 avril 1843.

A la suite de cette lecture, M. Leblanc objecte à M. Chevalier

Dans tout ce qui précède, nous n'avons supposé qu'un soulèvement de 6 pieds, et nous avons fait abstraction de ceux occasionnés par les tremblements de terre de 1744 à 1822, et cependant, on a prétendu

que les chiffres des sondages ne s'accordant pas ne prouvent rien, et surtout ne prouvent pas qu'il n'y a pas eu de soulèvement, puisque la même cause qui aurait soulevé aurait pu aussi user, abaisser certains points, à supposer d'ailleurs que les sondages soient réels et aient été bien faits.

M. Chevalier répond que l'on s'est appuyé de sondages pour preuve de soulèvement, que c'est pour cela qu'il a comparé les sondages les plus authentiques, et que cette comparaison l'a amené à une conclusion différente.

M. de Roys dit qu'Antonio de Ulloa n'a peut-être pas employé la même brasse que M. Dupetit-Thouars.

M. Chevalier répond que pour les cartes françaises qu'il donne aux navigateurs, le directeur du dépôt des cartes et plans de la marine a dû sans doute faire opérer la conversion des mesures; qu'en tous cas, la brasse espagnole ne différant de la brasse française que d'environ un décimètre, le défaut de conversion ne modifierait les résultats que d'une manière insignifiante.

M. le capitaine Duperrey qui a visité ces parages dit n'avoir rien vu non plus qui démontrât la réalité du soulèvement de la côte. (*Bulletin de la société géologique de France*, t. XIV, p. 401.)

Séance du 1er mai 1843.

M. E. Chevalier fait la communication suivante :

« Dans la note que j'ai lue à la société à la dernière séance, j'ai essayé de prouver non pas que la côte du Chili n'avait pas été soulevée d'une manière notable lors des tremblements de terre récents, mais bien que les raisons sur lesquelles on s'est étayé pour arriver à cette conclusion n'avaient pas toute la valeur qu'on leur a attribuée Aujourd'hui je crois utile de faire connaître à la société un

que dans celui de 1750 l'exhaussement a été de 25 pieds. Ce serait alors 30 pieds d'élévation, et nous devrions trouver toutes les sondes modernes plus faibles de 6 brasses, tandis qu'elles sont au contraire

fait qui me semble établir d'une manière péremptoire que les effets de ces tremblements de terre ont été fort exagérés.

« Plusieurs auteurs des plus estimés ont dit que l'île de San-Lorenzo de la baie du Callao de Lima a été séparée du continent américain lors du tremblement de terre de 1746. Cette assertion est reproduite dans la plupart des ouvrages qui traitent du Pérou, et n'a pas jusqu'à présent été contestée.

« En examinant les lieux, je fus surpris de ne trouver aucune analogie de forme ni de composition entre l'île montueuse de San-Lorenzo, qui appartient à un terrain de transition, et la plaine basse du Callao formée de couches alluviales, et dès lors je pensai qu'il pouvait bien y avoir erreur et que peut-être la rupture dont on parlait n'avait eu pour effet que de séparer les deux îles San-Lorenzo et Bodégon qui sont beaucoup plus voisines, et qui, dans un temps plus ou moins éloigné, ont nécessairement fait partie du même tout. A mon retour en France, je voulus m'assurer si mon opinion était fondée, et je trouvai au dépôt des cartes et plans de la marine un plan manuscrit de la baie du Callao, levé par M. de Fronda, en 1711, où les lieux sont représentés identiquement comme ils sont aujourd'hui : non-seulement l'île San-Lorenzo est séparée du continent par un chenal assez large, mais encore elle est placée de la même manière qu'à présent relativement à l'île Bodégon dont les sommets sont le prolongement des siens et dont la composition géologique est la même.

« Si donc on veut persister à croire que la séparation de l'île et du continent est un fait appartenant à la période géologique actuelle, au moins faut-il en reculer la date jusques avant les premières années du dix-huitième siècle.

« Les auteurs qui ont conclu de leurs observations que la côte de

plus fortes. La profondeur maximum de la baie de Valparaiso sur la ligne que j'ai citée ne serait que de 20 brasses, tandis que M. du Petit-Thouars l'a trouvée de 33 brasses en 1837.

l'Amérique méridionale avait été soulevée d'une manière notable dans les tremblements de terre postérieurs à 1746, ne se sont pas, à ma connaissance, expliqués d'une manière précise sur le point de savoir quelle a été la limite nord des effets de ce soulèvement. Quelques-uns affirment un fait qui tendrait à établir que ces effets ne se sont pas fait sentir à Lima; mais ils n'en tirent pas cette conclusion imposante : le fait c'est que les ruines du vieux Callao, détruit par le flot qui s'avança dans les terres en 1746, sont aujourd'hui submergées. Cela peut s'expliquer par le tassement des couches meubles de la plaine du Callao, mais en même temps cela exclut toute idée de soulèvement postérieur à 1746.

« Dans la courte discussion qui s'est élevée dans la société, à la suite de la lecture que j'ai faite, M. Michelin m'a fait l'honneur de me demander s'il n'existait pas à Payta des dépôts coquilliers, et si ces dépôts n'étaient pas analogues à ceux de Valparaiso. Je tiens à rappeler ici ma réponse, parce que j'y ai mentionné un fait que je crois utile à connaître. J'ai répondu à M. Michelin qu'il existait en effet à Payta un terrain coquillier qui reposait sur les tranches d'un système phylladien bien développé; que ce terrain, formé de couches alternantes de calcaire grossier celluleux, de marnes et de grès, renfermait un grand nombre de coquilles dont les tests sont tantôt détruits entièrement de manière à ce que l'on ne retrouve plus que les moules, tantôt sont minéralisés en gypse. Les nombreux échantillons de ce terrain rapportés par l'expédition commandée par M. le capitaine Duperrey, et ceux que j'ai recueillis pendant le voyage de *la Bonite*, ont été déposés au Muséum et considérés par M. le professeur Cordier comme appartenant aux étages supérieurs de la période palæothérienne.

« A Payta, la côte est bordée par une falaise haute de 10 à 12

A la baie de la Conception, des dépôts du même genre que ceux de Quintero ont été observés à la hauteur de 1000 à 1500 pieds au-dessus du niveau de l'Océan. Quoiqu'il ne faille supposer qu'un soulèvement de 25 pieds par siècle pendant 6000 ans, pour arriver à cette hauteur de 1500 pieds, on a reculé, mais presque à regret, devant cette hypothèse merveilleuse, et on a rapporté ces dépôts à la période antérieure à celle dans laquelle nous vivons, tout en persistant à regarder comme modernes ceux de Quintero, dont l'élévation au-dessus du niveau de la mer est moindre.

Quant à moi, je crois que l'opinion si générale-

mètres qui ne laisse entre elle et la mer qu'un espace étroit à peine élevé de 1 à 2 mètres au-dessus du niveau de la haute mer. La ville, une des plus anciennes du Pérou, construite vers 1550, est bâtie sur cette plage et s'est successivement augmentée aux dépens de la falaise que les hommes ont creusée et reculée à mesure que les besoins d'agrandissement se faisaient sentir. Admettre un soulèvement de 2 mètres en ce point, depuis le milieu du seizième siècle, ce serait supposer que la ville a été construite au-dessous du niveau des eaux. »

M. A. d'Orbigny dit que le tremblement de terre du Callao ne lui a paru avoir modifié en rien le sol du Chili. Il a observé seulement que des amas considérables de galets ont été transportés sur les marais du Rimac. Dans ces marais, qui s'étendaient avant le tremblement de terre de 1822 au sud du chemin qui mène à Lima, il n'y a plus aujourd'hui que des coquilles d'eau douce passant à l'état fossile; il n'y a plus une seule coquille vivante au sud du chemin. M. Chevalier dit avoir également reconnu ce transport de galets sur les marais du Rimac. (*Bulletin de la société géologique de France*, t. XIV, p. 448 et suiv.)

ment admise du soulèvement des côtes du Chili et du Pérou, sur laquelle nous aurons occasion de revenir dans les chapitres suivants, est une erreur que l'on reconnaîtra tout aussi bien que l'on a reconnu celle du soulèvement du rivage de la mer près d'Aigues-Morte, auquel on a cru si longtemps.

Pendant les 13 jours que *la Bonite* passa au mouillage de Valparaiso, les vents furent généralement faibles et très-variables. Les températures moyennes diurnes de l'air varièrent de 10°,6 à 13°,5, le maximum ayant été de 18°,1 et le minimum de 7°,7.

Celles de la mer furent entre 11°,2 et 13°,6, le maximum ayant été de 14°,9 et le minimum de 9°,5.

Sur 153 observations, la mer fut 96 fois plus chaude et 44 fois plus froide que l'air.

Un thermomètre descendu dans un puits à la profondeur de $5^m,5$ donna à diverses reprises 15°,4. Ce nombre doit représenter à peu près la température moyenne de Valparaiso.

Le 24 juin, à 11 heures du matin, nous appareillâmes, et fîmes route pour sortir de la baie.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DE VALPARAISO.

—

82. Diorite grenue, à grains moyens d'amphibole d'un vert noirâtre et de feldspath gris.

Cette roche forme la masse principale d'une colline haute d'environ 400 mètres, au N. O. de Valparaiso, à 12 mètres au-dessus du niveau de la mer, et gît en couches presque verticales dirigées du nord au sud.

83. Diorite grenue, à grains moyens d'amphibole noir, et de feldspath gris, avec cristaux disséminés d'amphibole plus gros que ceux qui entrent dans la pâte de la roche; cariée à la surface par suite de la décomposition et de l'absence d'une portion du feldspath, contenant de l'épidote grenu et aciculaire.

De la même colline, à 2 mètres au-dessus du niveau de la mer.

84. Diorite schistoïde porphyrique, à grains moyens, avec cristaux disséminés de feldspath blanc jaunâtre et d'amphibole noir.

En couches presque verticales subordonnées à celles de la diorite grenue.

85. Diorite grenue, à grains moyens de feldspath

blanc et d'amphibole noir, plus riche en feldspath que les échantillons précédents.

De la même colline, à 50 mètres.

86. Diorite grenue, à grains fins de feldspath blanc et d'amphibole noir, recouverte sur quelques portions de la surface d'épidote vert aciculaire, qui forme des veines parallèles dans les couches de diorite.

87. Diorite porphyrique, à pâte grenue, à grains fins et cristaux de feldspath blanc, avec épidote vert aciculaire.

De blocs au bord de la mer.

88. Même roche.

Même gisement.

89. Granite (1), à grains moyens, formé de mica noir, de quartz blanc et de feldspath d'un blanc jaunâtre, commençant à se décomposer.

En dykes transversaux dans la diorite n° 91.

90. Même roche plus micacée.

Même gisement.

(1) Granite, R. de la famille des roches feldspathiques, phanérogène, agrégée, formée de moitié ou deux tiers de feldspath, de quartz et de mica pour le reste.

Gît en amas transversaux dans les terrains de la période primitive et dans l'étage inférieur de la période phylladienne.

91. Diorite porphyrique, à grains moyens, de feldspath jaunâtre et d'amphibole vert, commençant à se décomposer.

En couches verticales formant une falaise, au bord de la mer au N. O. de Valparaiso.

92. Granite, à grains moyens, à mica noir jaunâtre, quartz blanc et feldspath d'un blanc jaunâtre un peu décomposé.

En filons dans la diorite.

93. Quartz hyalin fracturé, d'un blanc jaunâtre.

En filons entre le granite et la diorite.

94. Quartz grenu, coloré en brun jaunâtre par de l'hydrate de fer.

Même gisement.

95. Diorite grenue à gros grains, grains moyens et grains fins, porphyrique, pyritifère, à feldspath blanc et amphibole fibreux noir.

Des collines au N. O. de Valparaiso. A 250 mètres au-dessus du niveau de la mer.

96. Même roche, à amphibole verdâtre.

A 260 mètres.

97. Diorite grenue à gros grains, porphyrique.

Même gisement.

98. Diorite schistoïde, micacée, d'un blanc noirâtre.

A 270 mètres.

99. Leptynite micacé d'un blanc jaunâtre, passant au gneiss.

En couches subordonnées dans la diorite.

100. Fraidronite (1) à gros grains, à mica noir et feldspath gris, un peu pyritifère.

En filons dans la diorite.

101. Diorite noirâtre, à grains très-fins, avec veinules d'épidote compacte.

En couches verticales.

102. Même roche.

Même gisement.

103. Leptynite décomposé, jaunâtre et rougeâtre.

En couches subordonnées dans les diorites. A 40 mètres au-dessus du niveau de la mer.

104. Porphyre pétrosiliceux (2) décomposé, jau-

(1) *Fraidronite*, R. de la famille des roches micacées, formée comme le gneiss de feldspath et de mica, mais en différant du gneiss en ce que le mica est plus abondant et que la roche ne présente aucun délit.

En amas transversaux dans les terrains primordiaux.

(2) *Porphyre pétrosiliceux*, R. de la famille des roches feldspathi-

nâtre et rougeâtre; contenant quelques cristaux d'amphibole noir radié.

En amas transversaux dans les diorites.

105. Épidote quartzifère, grenu, aciculaire et compacte, d'un vert clair.

En gros blocs au bord de la mer, sur le rivage au N. O. de Valparaiso.

106. Même roche.

Même gisement.

107. Épidote vert clair, sur une diorite à grains fins, cariée par suite de la décomposition du feldspath.

Même gisement.

108. Épidote en masse, d'un vert jaunâtre avec quartz hyalin.

Même gisement.

109. Porphyre dioritique (1) à pâte d'un gris vio-

ques, adélogène, agrégée, formée d'une pâte de pétrosilex avec cristaux disséminés de feldspath.

Cette roche gît en amas transversaux jusqu'au-dessus des assises supérieures de la période anthraxifère.

(1) *Porphyre dioritique,* R. de la famille des roches amphiboliques, agrégée, formée d'une pâte adélogène de diorite avec cristaux visibles de feldspath et d'amphibole.

Cette roche pyrogène se montre dans les terrains primordiaux et dans ceux de la période phylladienne.

lâtre, avec cristaux de feldspath d'un blanc rosâtre, et d'amphibole aciculaire vert foncé, avec mouches d'épidote.

Sur la plage.

110. Diorite à très-gros grains, à grains moyens et à grains fins, à feldspath blanc et gris, très-riche en amphibole noir, porphyrique.

Au sud et près de Valparaiso.

112 (1). Diorite schistoïde, à grains fins, verdâtre, avec feldspath blanc en veines, et sable blanc verdâtre.

Des environs de Valparaiso.

113. Diorite grenue, à grains moyens de feldspath gris et d'amphibole noir.

D'une colline au S. S. E. de Valparaiso.

114. Granite décomposé, jaunâtre, à petits grains.

En filons dans la diorite.

115. Pétrosilex (2) grisâtre et jaunâtre, en couches subordonnées dans la diorite n° 113.

(1) Le n° 111 a été laissé par mégarde à un échantillon de nitrate de soude qui m'a été donné et qui provient d'une mine près Pica au Pérou. Il en sera question lorsque je parlerai des différents minéraux que j'ai remis à M. le professeur Brongniart.

(2) *Pétrosilex,* R. de la famille des roches feldspathiques, adélogène, agrégée, formée de grains submicroscopiques de feldspath,

116. Même roche.
Même gisement.

117. Pétrosilex jaunâtre, décomposé.
Même gisement.

118. Quartz jaunâtre, recouvert d'épidote aciculaire, avec veines d'épidote vert compacte, et tourmaline noire.
Roche de filon.

119. Pegmatite commune, à gros grains de feldspath rougeâtre et de quartz gris, avec tourmaline noire grenue et mica blanc.
En filons dans les diorites.

120. Terre végétale, fortement argileuse, brunâtre, micacée; résultant de la décomposition des roches primordiales.

121. Terre jaunâtre, provenant d'un ravin qui avoisine la colline d'où viennent les roches décrites depuis le n° 103. On en retire une petite quantité d'or.

122. Dix échantillons des différentes variétés de diorite stratiforme précédemment décrite.

mêlés à des grains quartzeux, micacés, argileux, talqueux ou calcaires.

Le pétrosilex est toujours stratiforme et gît en couches subordonnées dans les terrains primordiaux.

123. Gneiss d'un vert noirâtre.

124. Pegmatite commune, blanche, un peu micacée.

Les échantillons portés sous les trois derniers numéros ont été recueillis par M. Gaudichaud, et donnés par lui au Muséum.

CHAPITRE IV.

Courants observés dans l'océan Pacifique de Valparaiso à Cobija. — Observations thermométriques. — Description physique des environs de Cobija. — Nature des roches du rivage. — Guano. — Diorites compactes et conglomérats coquilliers de la période palæothérienne. — Ravin de Las Canas. — Température moyenne de Cobija déduite d'une observation faite dans une grotte. — Roches de filons. — Wackes, minerais de cuivre et de fer. — Opinion sur l'âge des roches de Cobija. — Observations thermométriques faites sur rade.

De Valparaiso à Cobija, la traversée dura huit jours ; pendant les trois premiers, une bonne brise du sud variable au sud-sud-ouest nous fit franchir 140 lieues; mais cette brise ayant cessé, et ayant été remplacée par de petits vents variables du sud à l'est, *la Bonite* employa 5 jours à parcourir les 60 lieues restantes. Les mêmes courants que nous avions déjà éprouvés avant d'arriver à Valparaiso, se firent encore sentir, et nous portèrent de 16 lieues au nord et de 10 à l'est.

Les moyennes de la température de l'air varièrent de 14°,0 à 15°,4, le maximum ayant été de 19°,1 et le mi-

nimum de 12°,2. Celles de la mer furent entre 15°,0 et 15,7; le maximum de 17°,0 et le minimum de 12°7. Enfin, sur 156 observations, la mer fut 110 fois plus chaude et 41 fois plus froide que l'air.

Le 1er juillet, à midi, nous reconnûmes la pointe sud du port de Cobija, qui se confond si bien avec les autres accidents de la côte, qu'il serait difficile de se diriger sur le port, si les habitants n'avaient l'usage, toutes les fois qu'un navire est en vue et qu'il paraît manœuvrer pour venir au mouillage, d'y arborer un pavillon blanc.

A trois heures, nous étions au mouillage, à peu de distance de la côte, dont aucune expression ne pourrait rendre l'aspect aride et désolé.

A une demi-lieue du rivage s'élèvent les premières cimes de la chaîne des Andes, qui se prolongent parallèlement à la mer du nord au sud, et qui, atteignant la hauteur de 6 à 800 mètres, forment à cette élévation le plateau désert d'Atacama. Entre chacune de ces montagnes inaccessibles sont d'étroites vallées ou plutôt des ravins, dont les pentes sont un peu moins abruptes, et par lesquelles il est possible de parvenir aux sommets, au milieu de débris d'une nature excessivement variée, et qui peuvent donner une idée de la composition très-compliquée de cette partie des Andes.

Entre cette chaîne et la mer règne une bande formée d'un sol aride, où une végétation herbacée a seule pu croître, et tout à fait sur la grève, est construite la ville de Cobija, réunion d'une centaine de ma-

sures, en partie dévastées pendant les dernières guerres. Le sol sur lequel elle est bâtie n'est pas élevé de plus de 1 ou 2 mètres au-dessus du niveau de la haute mer, ce qui doit faire repousser pour ce point l'idée de tout soulèvement récent de la côte. Ce port est le seul de la république de Bolivie; et c'est là probablement la raison des brillantes destinées si souvent prophétisées à cette triste ville, qui ne les a jamais vues se réaliser.

Quoi qu'il en soit des destinées actuelles ou futures de ce port, ce sera toujours pour le géologue un point important à observer. L'activité commerciale, la richesse de la végétation, tout ce qui rend un pays curieux et intéressant pour un voyageur préoccupé d'autres études, sont pour celui qui fait des recherches sur la constitution géologique du sol, et les effets des grandes révolutions qui ont tant de fois bouleversé et changé la face du globe, des obstacles tels qu'il préférera toujours un pays montueux et aride. A ce double titre, Cobija devait combler tous mes vœux; mais malheureusement je n'ai fait qu'entrevoir cet Eldorado rocailleux dans une course de quelques heures, et je ne puis qu'indiquer d'une manière sommaire les différentes couches qui se montrent à la surface du sol.

Les roches des falaises de Cobija sont recouvertes, en certains points, d'une couche de ce singulier produit animal que l'on nomme *guano*, dans lequel Vauquelin a reconnu la présence des acides urique, oxalique et phosphorique, de la chaux, de l'ammoniaque et d'une matière grasse. Le guano, comme

chacun le sait, doit son origine à la fiente des oiseaux de mer, qui, dans ces parages où les îles sont si clair-semées, viennent chaque soir chercher le repos sur les rochers du rivage du continent. D'après M. de Humboldt, son épaisseur sur certains points atteindrait 15 à 20 mètres.

L'importance des couches de guano sur quelques points des côtes du Pérou est telle que quelques auteurs le considèrent comme une véritable formation géologique. M. Huot l'admet sous le nom de dépôt coprique, dans les formations terrestres des terrains modernes. A Cobija, et sur tous les autres points où je l'ai vu, l'épaisseur du guano ne dépasse guère un décimètre; aussi ne l'exploite-t-on pas là comme dans certaines localités, où on l'utilise comme engrais.

Au bord de la mer, à la pointe du sud, des roches primordiales se montrent au-dessus du terrain plus récent qui les recouvre un peu plus loin, et dont je vais parler; ce sont des diorites compactes stratiformes, d'un aspect basaltoïde si prononcé, que la plupart des auteurs qui ont parlé de la nature géologique du sol à Cobija les ont désignées comme appartenant au terrain basaltique.

Cette roche qui se présente à l'état adélogène serait, il est vrai, difficilement reconnaissable, si un effet de décomposition ne faisait reconnaître un de ses éléments constitutifs, le feldspath dont la présence est indiquée par un enduit blanchâtre, qui n'est autre chose que du kaolin. Dans cet état, la diorite passe à la xérasite.

Ces diorites compactes sont du reste stratiformes, en couches verticales dirigées du nord au sud, et s'appuient sur d'autres diorites ordinaires et même porphyriques, tout à fait analogues à celles qui constituent le terrain des environs de Valparaiso.

A une petite distance, derrière la ville, s'élève une falaise haute de 2 à 3 mètres, qui se prolonge parallèlement au rivage, et qui est formée de couches horizontales d'un conglomérat de fragments de grès quartzeux, réunis par un ciment calcaire, et contenant en outre des débris coquilliers et madréporiques. L'âge de ce conglomérat est difficile à déterminer, mais il me paraît devoir être rapproché des roches du même genre, qui se montrent à la même hauteur au-dessus du niveau de la mer, dans les terrains de calcaires et de grès coquilliers qui se trouvent dans le voisinage de Payta, et qui seront décrits dans le cinquième chapitre de cet ouvrage. Si cette conjecture est juste, ce dépôt aurait eu lieu lors de la formation de l'étage des faluns de la période palæothérienne.

Sur ce dépôt s'étend une couche de sable fin argilifère, contenant des coquilles tellement atténuées, qu'elles sont méconnaissables, et que leur présence ne peut apporter aucune lumière sur l'époque à laquelle il faut rapporter le soulèvement de cette partie de la côte.

A 300 ou 400 mètres à l'est du rivage, au pied des montagnes, les diorites reparaissent et font saillie audessus de ce terrain d'origine sédimentaire qui s'est formé sur leurs tranches. Elles ont encore la même

stratification, et probablement elles forment avec celles du rivage une suite non interrompue, mais dont les affleurements n'arrivent pas à la surface du sol.

Parmi les nombreuses roches que j'ai rapportées de Cobija, il n'y en a qu'un bien petit nombre que j'ai pu recueillir en place. Les autres proviennent de débris accumulés dans le fond du ravin de Las Canas. Mais s'il est impossible de rien conclure relativement à leur situation respective, du moins peut-on avoir la certitude qu'elles figurent toutes dans les deux montagnes entre lesquelles se trouve le ravin.

A 160 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, et sur le penchant de la montagne du nord, sont des couches puissantes de pegmatite stratiforme, à grains moyens. Comme celles de diorite, elles sont dirigées du nord au sud; mais au lieu d'être verticales, elles n'ont plus qu'une inclinaison d'environ 20 degrés dans l'est.

Sur la pegmatite, à 60 mètres plus haut, repose une belle syénite assez pauvre en amphibole, dont les couches sont en stratification concordante avec les siennes, et sur la syénite est un talcite uniforme d'un vert grisâtre à grains très-atténués.

Une grotte assez profonde est creusée dans le talcite, et dans le fond de cette grotte, à 10 pieds environ au-dessous du sol, se trouve une source qui suinte du rocher. Les températures de l'air qui y est rarement renouvelé, et de l'eau, au moment de la sortie du rocher, peuvent donner à peu près la température

moyenne de Cobija. Nous obtînmes les résultats suivants :

Température de l'air extérieur	....	11°,2
— de l'air de la grotte à 10 pieds au-dessous du sol	....	14°,2
— de l'eau à la sortie du rocher	......	14°,4

En continuant à monter au delà de ce point, le sentier est tellement jonché de débris, qu'il est impossible de voir la roche en place. Ces débris sont surtout des agrégats quartzeux ou calcaires, chargés de carbonates de cuivre vert et bleu, de cuivre pyriteux, de cuivre gris et de fer oligiste. Ces différents minerais, à juger par leur abondance, doivent provenir de filons très-puissants, qui, dans tout autre pays, où le combustible serait moins rare et les transports plus faciles, constitueraient une source importante de richesse.

La présence de dykes ou de coulées basaltiques anciennes ne peut pas être révoquée en doute, puisque l'une des roches les plus abondantes que l'on trouve dans le ravin, sont des wackes généralement endurcies, paraissant résulter de la décomposition de roches basaltiques ou péridotiques. Suivant que le pyroxène ou le péridot étaient plus abondants dans ces roches, elles ont pris des teintes verdâtres ou rougeâtres. Je n'ai pas observé en place les terrains d'origine plutonienne, et je ne puis rien dire sur la manière dont ils sont disposés relativement aux couches primordiales.

Quant aux autres fragments trouvés dans le ravin, ce sont des débris des roches observées en place, des agrégats de filons, des pétrosilex où la présence du talc est indiquée par une couleur verte, des diorites, des gneiss et des leptynites.

Il est difficile, comme on le voit, de déterminer à quels étages de la période primitive on peut rapporter le terrain des Andes dans le voisinage de Cobija. Les gneiss, les leptynites du ravin appartiennent probablement comme les diorites compactes et ordinaires, au grand étage des gneiss; quant à la pegmatite, la syénite et les talcites qui sont disposés en couches régulières et concordantes, mais dont la stratification est différente de celle des diorites, je crois que l'on peut rapporter leur formation au grand étage des talcites phylladiformes; mais cette opinion n'est pas suffisamment étayée par des faits résultant de l'observation, pour qu'il soit possible de la regarder comme bien établie.

Quant aux filons métallifères ou stériles, et surtout aux dykes basaltiques, je pense qu'il sera toujours difficile de déterminer à quelle époque géologique il faut les rapporter.

Le lendemain de cette course de quelques heures, *la Bonite* était sous voile, se dirigeant sur le port de Lima.

En rade, la brise fut faible et généralement de l'O. Le jour de notre départ, une légère secousse de tremblement de terre se fit sentir à terre, mais ne fut pas sensible à bord; seulement, pendant la nuit qui pré-

céda, la mer, quoiqu'il fît calme, fut sourdement agitée et brisa avec force à la côte.

La moyenne de la température de l'air fut de 14°,2; maximum 15,9, minimum 12,8.

La moyenne de la température de la mer fut de 14°,7; maximum 15,1, minimum 13°,8.

Sur 45 observations, la mer fut 34 fois plus chaude et 9 fois plus froide que l'air.

DESCRIPTION ET GISEMENT

DES ROCHES DE COBIJA.

125. Guano blanc pulvérulent.

En petits amas dans les anfractuosités des roches dioritiques, au bord de la mer.

125 *bis*. Conglomérat formé de fragments de grès quartzeux ferrifère réunis par un ciment de calcaire grossier jaunâtre, et recouvert d'une couche assez épaisse de guano infiltré dans une partie du ciment.

En couches horizontales, dans une falaise s'élevant à 2 ou 3 mètres au-dessus du niveau de la mer, derrière la ville de Cobija.

125 *ter*. Même conglomérat, avec fragments de madrépores anciens.

Même gisement.

126. Diorite compacte, basaltoïde, d'un vert noirâtre, recouverte à sa surface d'un enduit blanchâtre résultant probablement de la décomposition du feldspath.

En couches verticales, s'élevant au bord de la mer au-dessus de l'assise calcaire.

127. Sable quartzeux argilifère verdâtre, avec fragments coquilliers.

Provenant d'un amas distant de la mer d'environ 500 mètres et élevé de 12 au-dessus de son niveau.

128. Épidote aciculaire radié, dans un calcaire blanc concrétionné.

En fragments dans le ravin de las Canas, près Cobija.

129. Masse d'épidote compacte et aciculaire, radié, dans un calcaire blanc compacte.

Dans le même lieu.

130. Épidote en masse compacte et aciculaire, avec beaux cristaux rhomboïdaux de chaux carbonatée.

Dans le même ravin.

131. Wacke (1) endurcie, congénère d'une péridotite, avec amandes très-nombreuses de calcaire blanc spathique et épidote aciculaire vert.

Dans le ravin.

132. Agrégat de calcaire blanc spathique, de quartz, d'épidote et d'amphibole noir radié; roche de filon.

Dans le ravin.

(1) *Wacke*, R. de la famille des roches argileuses, épigène, friable ou endurcie, résultant de la décomposition des roches basaltiques, péridotiques, amphigéniques ou néphéniliques.

Gît dans les terrains volcaniques anciens et récents.

133. Conglomérat bréchoïde de quartzite compacte blanchâtre, consolidé par un ciment argileux rosâtre.

Dans le ravin.

134. Pegmatite commune, stratiforme, tabulaire, à grains moyens de quartz blanchâtre et de feldspath rosâtre, contenant quelques lamelles de mica blanc argentin.

A la hauteur d'environ 140 mètres, sur la montagne au nord du ravin, cette roche forme des couches dirigées du N. au S. et inclinées d'environ 20° dans l'est.

135. Syénite stratiforme (1) à feldspath rose et amphibole d'un vert noirâtre, avec veines de carbonate de chaux. Cette roche, très-pauvre en amphibole, est à grains fins aux deux extrémités de l'échantillon, mais au centre le feldspath s'est amassé par place, et les cristaux d'amphibole ont également pris un plus grand volume.

Forme des couches puissantes, en stratification concordante avec celles de pegmatite, à 60 mètres plus haut.

(1) *Syénite,* R. de la famille des roches feldspathiques, formée d'environ cinq sixièmes d'un feldspath gras et onctueux plus ou moins rouge, et d'un sixième d'amphibole.

Gît dans les terrains primordiaux, et quelquefois dans ceux de la période phylladienne.

136. Wacke grise et rougeâtre, congénère d'une péridotite endurcie par un ciment calcaire, et contenant des amandes de carbonate de chaux.

Dans le ravin.

137. Même roche, avec cristaux de feldspath non décomposé et chaux carbonatée cristallisée dans les cavités cellulaires.

Dans le ravin.

138. Agrégat de calcédoine blanche grisâtre et rouge, et de carbonate de fer jaune noirâtre et blanc jaunâtre, pénétré par des prismes de quartz hyalin blanc.

Dans le ravin.

139 et 140. Talcite uniforme (1) d'un vert grisâtre et noirâtre, imprégné en certains points d'hydrate de fer brunâtre.

Au-dessus des syénites stratiformes, en couches dirigées du N. au S. et inclinées à l'E. d'environ 20 degrés.

141. Syénite à feldspath rougeâtre et amphibole

(1) *Talcite*, R. de la famille des roches talqueuses, formée de matières talqueuses à l'état compacte ou à celui de lames, adélogène ou phanérogène.

Constitue les deux grands étages des talcites cristallifères et des talcites phylladiformes.

vert, superficiellement recouvert de lames de talc.
Dans le ravin.

142. Talcite uniforme, verdâtre, à grains fins, altéré à la surface.
Dans le ravin.

143. Gneiss très-micacé, à mica noir et feldspath grisâtre; superficiellement altéré.
Dans le ravin, à la hauteur de 100 mètres.

144. Leptynite à très-petites lamelles de mica noir disséminées dans un feldspath grenu blanc grisâtre.
Dans le ravin.

145. Syénite rougeâtre à cristaux d'amphibole d'un vert noirâtre, disséminés dans une pâte grenue, à grains fins, de feldspath rouge; pauvre en amphibole.
Dans le ravin.

146. Pegmatite commune, à feldspath blanc altéré; un peu micacée.
Dans le ravin.

147. Même roche, avec épidote grenu disséminé.
Dans le ravin.

148. Agrégat quartzeux rougeâtre.
Dans le ravin.

149. Diorite porphyrique, à grains fins de feld-

spath blanc et d'amphibole noir, avec cristaux disséminés de feldspath.

Dans le ravin.

150. Basanite (1) à pâte violâtre, contenant des cristaux disséminés de feldspath blanc et de pyroxène vert.

Dans le ravin.

151. Wacke violâtre endurcie, avec veines de calcaire mélangé de parties talqueuses.

Dans le ravin.

152. Wacke endurcie verdâtre, avec amandes d'épidote devenu jaunâtre par suite d'un commencement d'altération.

Dans le ravin.

153. Conglomérat de fragments basaltiques réunis par un ciment quartzeux.

Dans le ravin.

153 *bis*. Wacke amygdalaire noire, avec amandes nombreuses de matière quartzeuse.

Dans le ravin.

(1) *Basanite*, R. de la famille des roches pyroxéniques; porphyroïde, à pâte compacte adélogène composée de feldspath et de pyroxène, avec cristaux apparents de ces deux substances, et quelquefois de péridot ou de fer titané.

Gît dans les terrains volcaniques.

154. Diorite à grains moyens de feldspath blanc et d'amphibole vert noirâtre, tout à fait analogue à la diorite stratiforme de Valparaiso.

Des rochers saillants au bord de la mer, au N. de Cobija.

155. Diorite à grains très-fins, avec épidote vert en cristaux disséminés.

Même gisement.

156. Porphyre dioritique à pâte noirâtre et parties sphéroïdales, dont l'amphibole forme le centre, et au pourtour desquelles le feldspath s'est cristallisé.

A la pointe S. O. de la baie de Cobija.

157. Pétrosilex talcifère (1) à pâte verdâtre, avec quelques cristaux disséminés de pyroxène vert.

Dans le ravin.

158. Diorite compacte, verdâtre, superficiellement recouverte de feldspath blanc décomposé.

Des rochers au bord de la mer.

159. Wacke verdâtre, congénère d'un basalte.

Dans le ravin.

(1) *Pétrosilex talcifère*, R. de la famille des roches feldspathiques, adélogène, agrégée, formée de grains submicroscopiques de feldspath et de talc.

Cette roche se montre dans toute la série des terrains primordiaux, excepté dans l'étage des gneiss.

160. Même roche endurcie, avec amandes de carbonate de chaux et d'épidote vert jaunâtre.

Dans le ravin.

161 et 162. Épidote compacte et aciculaire radié, avec carbonate de chaux.

Dans le ravin.

163. Wacke endurcie noirâtre, avec amandes de carbonate de chaux.

La Wacke ayant été superficiellement décomposée, les amandes restent en saillie et donnent à la roche un aspect variolaire.

Dans le ravin.

164. Wacke rougeâtre, congénère d'une péridotite, avec carbonate de chaux et veines de calcédoine.

Dans le ravin.

Les échantillons de 154 à 164 ont été recueillis et donnés au Muséum par M. Gaudichaud.

CHAPITRE V.

Rade et ville du Callao. — Lima. — Cerro de San-Christoval. — Roches des collines à l'est de Lima. — Protogyne. — Grès quartzeux phylladifère. — Description physique de l'île de San-Lorenzo. — Réflexions sur l'opinion exprimée par plusieurs auteurs que l'île de San-Lorenzo a été détachée du continent lors du tremblement de terre de 1746. — Formes du sol de San-Lorenzo. — Détails sur les roches qui s'y montrent. — Discussion de l'opinion qui fixe à une époque peu reculée le soulèvement de l'île San-Lorenzo. — Examen des plans de la baie levés en 1711, en 1744 et en 1837. — Périodes géologiques dont les dépôts sont à découvert sur l'île San-Lorenzo. — Observations thermométriques.

De jolies brises variables de l'O. S. O. au S. E. par le S. conduisirent, en huit jours, *la Bonite* de Cobija au mouillage de Callao, près Lima. Les températures moyennes de l'air et de la mer furent faibles, eu égard aux latitudes, et la raison s'en trouve dans le courant qui amène tout le long de la côte d'Amérique les eaux des régions polaires australes. Elles varièrent, pour l'air, entre 15°,4 et 16,5, le maximum ayant été de 19,9 et le minimum de 14,4.

Celles de la mer furent entre 16,0 et 16,7 : maximum, 18,6; minimum, 13,4. Sur 167 observations,

la mer fut 103 fois plus chaude et 56 fois plus froide que l'air. Quant au courant, son effet fut de nous porter de 4 lieues au N. et de 1 à l'E.

Le 11 juillet, à deux heures de l'après-midi, nous étions mouillés devant la petite ville de Callao.

Le port de Callao est abrité des vents de l'O. au S., par les îles San-Lorenzo et Fronton, et de ceux du N. et S. par l'E., par les basses qui s'étendent de la pointe orientale de ces îles à la langue de terre sur laquelle était bâti le vieux Callao, et par la côte du continent.

La ville est petite et d'une triste apparence ; les maisons sont construites en terre et surmontées de toits aplatis ; la population est peu nombreuse, et ne se compose guère que de pêcheurs et de portefaix. Le voisinage de Lima, qui n'est éloignée que de deux lieues et qu'habitent tous les négociants, enlève au port l'importance que, sans cela, il devrait à sa position. A l'O. s'élève le port de Real-Felipe, armé d'un assez grand nombre de pièces de canon, en mauvais état, si nous en jugeons par la difficulté avec laquelle nous fut rendu le salut de 20 coups de canon dont, suivant l'usage, nous saluâmes à notre arrivée le pavillon péruvien. Ce salut coûta la vie à l'un des artilleurs.

Près de ce fort, et un peu plus à l'O., se trouvent les ruines de l'ancienne ville de Callao, détruite par le tremblement de terre de 1746. Ces ruines sont aujourd'hui submergées ; ce qui peut s'expliquer par le tassement des sables et des couches meubles sur lesquelles elle reposait. Cette situation est une nouvelle

preuve que le terrain n'a pas été soulevé lors des tremblements de terre récents, et notre opinion à ce sujet acquerra un poids de plus de la comparaison des plans du port levés à plusieurs époques. J'y reviendrai dans la suite de ce chapitre.

A l'E. du Callao s'étend jusqu'à Lima une plaine qui s'élève par une pente douce et presque insensible. Cette pente est recouverte d'un épais gazon, et présente çà et là des marais stagnants d'eau salée qui, en s'évaporant, laisse sur les bords des efflorescences de sel marin. Des collines arrondies et stériles qui pourraient bien avoir une origine analogue à celle des dunes, s'élèvent sur cette plaine, dont le sol fondamental, visible aux sections près du rivage, est formé d'une terre argileuse rougeâtre, contenant quelques coquilles marines brisées, et reposant sur des lits alternants de sable et d'argile, mêlés de graviers, de galets de phtanite et de concrétions calcaires imprégnées de fer hydraté.

Lima est bâtie au pied des montagnes s'élevant en étages les unes au-dessus des autres, qui forment les contre-forts occidentaux de la grande chaîne des Andes. La plus voisine est le Cerro de San-Christoval, qui, à son sommet, si l'on en croit les bruits populaires, est presque toujours en mouvement. Je n'ai pas pu vérifier si réellement les forces intérieures qui produisent les tremblements de terre si fréquents dans ces contrées, exercent sur ce point une influence susceptible de produire un mouvement continu d'oscillation.

Jusqu'à la hauteur d'environ 20 mètres au-dessus de la plaine, et par conséquent à 220 au-dessus du niveau de la mer, la roche qui constitue les collines voisines de Lima est une protogyne à grains fins, superficiellement attaquée par les effets de la désagrégation due à l'influence des agents atmosphériques. Sur les tranches de cette protogyne, dont je n'ai pu déterminer la stratification, tant à cause des difficultés que présente toujours cette roche dont l'apparence est uniforme, qu'à cause de la configuration du sol, se montre un grès quartzeux phylladifère qui présente quelques cristaux de quartz, et qui empâte assez fréquemment des nodules d'argile pyriteuse. Nous serons amenés à parler plus loin de ces deux roches, lorsque nous traiterons de la constitution géologique de l'île San-Lorenzo, que j'ai pu examiner avec plus de détail.

De nombreuses fouilles ont été faites autrefois dans ces montagnes pour la recherche des filons de métaux précieux, mais elles ont été sans succès, et il m'a semblé que les indices d'après lesquels les exploitations avaient été dirigées n'étaient pas de nature à donner des espérances. Ce que les exploitants pensaient être de l'or ne m'a paru être que de la pyrite ordinaire.

Un torrent qui descend des montagnes et qui traverse Lima, le Rimak, a son embouchure au nord du Callao. Au bord de la mer, son cours est barré à plusieurs reprises par des digues naturelles, formées de galets arrondis de roches phylladiennes et quartzeuses.

La plaine qui s'étend du Callao à Lima n'offrant

au géologue qu'un intérêt médiocre, et les montagnes du continent étant trop éloignées du mouillage, j'ai dû diriger mes explorations sur l'île San-Lorenzo, où ni habitation ni culture ne pouvaient entraver les observations.

Longue d'environ 4 milles marins et large de 2, cette île est séparée du continent par un chenal étroit et peu profond, où s'accumulent constamment des sables qui viennent probablement s'appuyer sur le prolongement sous-marin de la chaîne de collines qui la divise du N. N. O. au S. S. E.

Quelques voyageurs ont exprimé l'opinion que cette île avait été séparée du continent par le tremblement de terre de 1746 qui détruisit la ville du Callao. Cette opinion, qui n'est en aucune manière justifiée par l'apparence des lieux, puisqu'il n'y a aucun point de ressemblance entre la plaine du Callao et l'île montueuse de San-Lorenzo, est du reste complétement démentie par les travaux des anciens voyageurs. J'ai sous les yeux une carte manuscrite levée en 1711 par M. de Fronda et conservée dans les archives du dépôt de la marine, qui figure les lieux identiquement comme ils sont aujourd'hui. Celle de Callao, levée en 1744, deux ans avant l'événement, présente la même disposition, et l'opinion dont j'ai parlé et qui se reproduit dans la plupart des ouvrages modernes de géographie, doit être rangée parmi les contes faits par des hommes amis du merveilleux. Que, dans un temps éloigné, les deux îles San-Lorenzo et Bodégon ou Fronton n'en aient fait qu'une, je le croirais sans peine, parce

qu'elles ne sont séparées que par un chenal étroit et parsemé d'écueils, et que les lignes de leurs sommets et leur constitution géologique sont les mêmes; mais il résulte de l'inspection des cartes que j'ai citées, que cet événement, s'il a eu lieu dans les temps historiques, est antérieur au 18e siècle. Pour moi, je crois qu'il faut lui assigner une date beaucoup plus reculée, et peut-être le rapporter au grand cataclysme diluvien.

San-Lorenzo, qui n'a jamais été habité que par des pêcheurs ou des pirates, dont l'un s'était même rendu si redoutable qu'il a fallu le réduire par un siége régulier, est une île montueuse partagée par une chaîne de montagnes dirigées à peu près parallèlement à celles des Andes. Les faîtes sont à flancs escarpés, et des vallées sablonneuses presque entièrement dénuées de végétation les séparent. Le sable est, dans les fonds, si abondant et si fin, que la surface en est ondulée comme celle d'une mer légèrement agitée. Les sommets les plus au N. atteignent la hauteur d'environ 600 mètres, tandis que ceux du S. E., dont l'île Fronton ou Bodégon ont fait partie, ont à peine une hauteur moitié moindre.

La côte N. E. de San-Lorenzo présente des falaises où la succession des couches peut facilement être observée. La première examinée est située à environ 1 mille et demi de la pointe N. O. Les couches se montrent horizontalement dans le sens de leur direction; mais la disposition des lieux permet de reconnaître qu'elles plongent d'environ 10° dans l'O. S. O.

Les couches prises de bas en haut se présentent dans l'ordre suivant :

	Puissance.
Lydienne d'un gris verdâtre.....................	1^m
Lydienne phylladifère, rouge noirâtre, très-altérée à la partie supérieure..........................	$0^m,60$
Phyllade décomposé, jaunâtre et rougeâtre........	$1^m,85$
Grès quartzeux phylladifère, avec pyrites et gypse...	$0^m,50$
Schiste argileux, bigarré de rouge et de vert.......	$0^m,50$
Grès quartzeux avec schiste rouge et vert, Grès quartzeux avec lits de fer hydraté, } ensemble.	$1^m,30$
Hauteur de la falaise..............	$5^m,75$

A un mille et demi au S. S. E. de celle-ci, est une autre falaise, où la coupe au rivage a montré la succession suivante :

	Puissance.
Lydienne verdâtre, jaunâtre et noirâtre, dendritique, avec gypse cristallisé........................	2^m
Schiste argileux noir avec pyrites................	$0^m,60$

Au-dessus des falaises du bord de la mer, se prolonge un plateau en terrasse qui règne à peu près tout le long de l'île, mais dont la largeur varie beaucoup. En certains points, ce plateau est bordé par de nouvelles falaises, dont la base s'appuie sur celles dont j'ai fait mention, et qui sont formées d'une succession de couches tout à fait analogues.

L'une d'elles, située à quelque distance au N. N. O. de la première décrite, présente au-dessus du plateau, élevé en ce point d'environ 15 mètres, la succession suivante :

	Puissance.
Lydienne noirâtre	1^{m}
Phyllade quartzifère rougeâtre	$0^{m},08$
Phyllade altéré	$0^{m},11$
Grès quartzeux avec schiste	$0^{m},30$
Grès quartzeux argilifère, ferrifère à sa partie supérieure	$0^{m},20$
Argile schistoïde grisâtre avec gypse, contenant des rognons de carbonate de fer chargés de sperkise disposés en lits à sa partie supérieure	$0^{m},50$

Toutes ces couches se présentent horizontalement, puisque leur section est faite dans le sens de la direction; mais ici la disposition des lieux ne permet pas de voir l'inclinaison. Il aurait cependant été intéressant de constater si l'argile gypseuse était en stratification concordante avec les autres roches peut-être beaucoup plus anciennes.

A 500 mètres environ dans le S. S. O. de la première falaise décrite, et à 30 ou 35 mètres au-dessus du niveau de la mer, une excavation profonde d'environ 8 mètres laisse à découvert ses deux faces, qui nous présentèrent des roches d'une autre nature.

Sur l'une d'elles, une protogyne un peu quartzifère, tout à fait analogue à celle de Lima, se montre et atteint 25 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. Dans cette roche est un filon peu épais d'un agrégat de quartz et de fer oligiste, et sur sa tranche une assise épaisse d'un mètre, d'une novaculite pointillée violâtre dont la direction et l'inclinaison sont les mêmes que celles des lydiennes et des phyllades. Sur la novaculite est une couche de gypse blanc

lamellaire avec nombreux cristaux de pyrite épigène et de fer hydraté; cette couche est fréquemment quartzifère.

De l'autre côté de l'excavation, la protogyne atteint une hauteur plus grande que la novaculite, qui ne se montre plus, et s'appuie sur un pétrosilex talcifère verdâtre redressé comme elle, et qui appartient probablement à la même formation. Sur les tranches de ces roches se montre une assise d'un grès quartzeux avec schiste violâtre bigarré de rouge, sur laquelle repose une seconde assise d'un grès quartzeux avec veines parallèles au délit, de carbonate de fer jaune et de calcaire blanc spathique. Enfin une couche d'une argilite tendre, jaune et grise, épaisse d'environ 3 mètres, s'appuie sur le grès, et est elle-même surmontée d'une argile friable schistoïde violâtre, surchargée de gypse et couverte de nombreuses efflorescences salines.

Sur les pentes qui conduisent aux sommets dont la ligne de faîte partage l'île, on retrouve, partout où la roche est à découvert, un grès quartzeux grisâtre surchargé de fer et recouvert d'amas de gypse. Quelquefois ce grès est coupé par des filons de calcaire et de carbonate de fer, plus ou moins pénétré de chlorure de sodium.

Jusqu'aux sommets des collines, le sol est tellement recouvert de sable quartzeux, que la suite des couches ne peut pas être observée. L'un des sommets, haut d'environ 80 mètres, est formé d'un psammite jaunâtre que traversent des veinules de gypse et d'hydrate de fer. Ce psammite semble disposé en couches à peu

près horizontales. Un autre sommet plus au nord montre un porphyre pétrosiliceux probablement talcifère; mais il ne m'a pas été possible de déterminer si ce porphyre est stratifié ou s'il forme un amas transversal.

Tous les autres sommets sont formés d'une métaxite à grains fins de quartz et de kaolin souvent imprégnés d'hydrate de fer et fréquemment zonés de teintes jaunes, grisâtres et violettes. Cette roche, qui se présente sur l'île de San-Lorenzo en bien plus grande abondance que toutes les autres, a fourni, par sa désagrégation, l'immense quantité de sable quartzeux qui recouvre partout le sol de l'île. Dans les points culminants, elle a été profondément attaquée; et comme certaines parties où le ciment quartzeux était plus abondant ont offert plus de résistance, il en est résulté des formes bizarres d'alvéoles cloisonnés très-profonds, qui quelquefois percent de part en part de très-gros fragments qui n'offrent plus qu'une masse à jour dans tous les sens.

Si la durée de notre relâche m'avait permis d'explorer plus complétement San-Lorenzo, je serais allé visiter l'autre versant des collines qui la partagent, et j'aurais probablement rencontré des couches supérieures à celles dont j'ai parlé et qui plongent dans l'O. S. O. Cette lacune m'a paru regrettable, car les terrains qui se montrent à San-Lorenzo, s'ils avaient été étudiés avec plus de détails, auraient pu donner une idée de ceux des montagnes de l'intérieur avec lesquels les couches reconnues offrent beaucoup de points

de ressemblance. Quelques recherches que j'aie faites, je n'ai pu dans toutes ces roches trouver aucun débris fossile.

Il est un point sur lequel je regrette de ne pas avoir porté plus d'attention pendant mon séjour dans la baie du Callao. M. Darwin, naturaliste du *Beagle*, qui a exploré l'île de San-Lorenzo, y a vu des masses considérables de coquilles qu'il regarde comme appartenant à la période géologique actuelle, et qui, dit-il, ont encore des serpules et de petites balanes attachées à leur pourtour, ce qui prouve qu'elles sont restées dans la mer après la mort de leurs animaux, et que par conséquent elles n'ont pas été apportées là pour servir à la nourriture des hommes ou des oiseaux. M. Darwin ajoute avoir trouvé à la hauteur de 85 pieds des masses de coquilles dans lesquelles étaient des débris d'industrie humaine mêlés à des plantes marines, et il en conclut que depuis l'apparition de l'homme sur le globe, c'est-à-dire depuis le commencement de la période actuelle, le sol a été soulevé de 85 pieds.

Quant à moi, je n'ai trouvé sur San-Lorenzo que des débris extrêmement atténués de coquilles tout à fait indéterminables. Ces débris étaient mélangés avec le sable, et formaient une couche dont la hauteur était à peu près celle assignée par le savant auteur anglais. Sont-ils récents, ou bien appartiennent-ils à la période palæothérienne, où, comme on le sait, se trouvent des couches presque entièrement formées de débris de coquilles qui offrent jusqu'à cinquante et soixante pour cent d'analogues avec les espèces vivantes? c'est

là un point bien difficile à déterminer. Que des soulèvements aient eu lieu avant les temps historiques du continent d'Amérique, cela est possible; mais ce qui me semble hors de doute, c'est qu'il n'y en a point eu de notable depuis le commencement du dix-huitième siècle.

Les plans de M. de Fronda, en 1711, de don Antonio de Ulloa, en 1744, et ceux levés pendant ces dernières années par les expéditions françaises, n'offrent dans la disposition des lieux, dans les sondages, d'autres différences que celles qui résultent des procédés hydrographiques, et ici comme dans les plans dont j'ai parlé à l'occasion du prétendu soulèvement récent de Valparaiso, les différences de sondages seraient plutôt contraires à cette opinion.

M. Darwin, du reste, n'exprime pas l'idée que le soulèvement de San-Lorenzo aurait eu lieu tout à fait récemment; il semble au contraire la repousser, puisqu'il dit que le sol s'est affaissé pendant le tremblement de terre qui a détruit la vieille ville du Callao et submergé la place sur laquelle elle s'élevait.

Dans un de ses précédents voyages, M. Gaudichaud ayant visité l'île Fronton, y a recueilli des échantillons de grès quartzeux et de métaxite tout à fait semblables à ceux de San-Lorenzo. Nous pouvons donc en conclure que la formation géognostique de ces deux îles est identique.

Après avoir décrit les différentes couches que j'ai été à même d'observer, et dont l'existence sur ce point est positive, j'ajouterai ici quelques mots sur l'époque

probable de leur formation; mais ce sera avec une méfiance de mes opinions fondée sur le peu de multiplicité de mes observations, et surtout sur ma faiblesse dans une science aussi difficile que la géologie.

Dans cet ouvrage, le lecteur devra toujours distinguer deux ordres de considérations. Le premier est positif et hors de doute : c'est la présence des roches que je désigne comme existant dans tel ou tel lieu; là, il n'y a aucune chance d'erreurs, puisque ces roches ont été rapportées par moi et déterminées au Muséum, sous la direction du savant qui les connaît peut-être le mieux en Europe; l'autre se compose des observations que j'ajoute sur l'âge des formations, et des idées théoriques que je hasarde toujours avec timidité.

L'existence dans les points que j'ai indiqués de terrains appartenant à deux périodes bien distinctes, me paraît hors de doute.

Les protogynes qui forment la base des montagnes de Lima et probablement le noyau de l'île San-Lorenzo, où je les ai trouvées en place, et les pétrosilex talcifères qui dans l'île reposent immédiatement à côté de la protogyne en stratification concordante, appartiennent à la période primitive, et probablement à l'étage supérieur, celui des talcites phylladiformes.

Les éléments des roches primitives qui ont fourni les matériaux des novaculites, des lydiennes, des phyllades, des grès phylladifères et des schistes, n'y existent plus à leur état d'agrégation primitive, ils ont évidemment été remaniés, et c'est probablement à l'étage inférieur de la période phylladienne qu'il faut les

rapporter. Il y a cependant ici une singularité qui, en supposant que l'hypothèse que je viens d'émettre soit vraie, différencie singulièrement ces terrains de ceux du même étage : c'est le peu de puissance et l'alternance des couches dont se compose cette formation. A Payta, plus au nord, le grand étage phylladique est représenté par un système bien plus puissant et beaucoup plus uniforme, dont les roches sont essentiellement différentes de celles-ci, moins par leur composition intime que par leur solidité. Aussi, à ce sujet, il est impossible de rien affirmer sur l'âge de ces roches, les fossiles si utiles à cette détermination manquant absolument.

Les métaxites, les psammites, les amas gypseux, les efflorescences de sel gemme sembleraient devoir appartenir à une époque moins reculée; mais l'absence de fossiles nous fait encore manquer d'éléments pour la solution de cette question. Ces genres de terrains, si utiles à leurs observateurs à cause de leur uniformité et leur continuité, qu'on les a nommés des *horizons géologiques,* manquent ici, et nous devons nous borner à mentionner ce qui est.

Du reste, si, comme il est probable, le gypse et le sel gemme doivent leur origine à l'influence d'émanations gazeuses, qui ont dû traverser tous ces terrains, rien ne s'oppose à ce qu'ils se trouvent dans tous ceux où il y a du carbonate de chaux et de la soude. Or, nous avons vu ici des filons d'agrégats calcaires que des émanations acido-sulfureuses ont pu changer en gypse, et la décomposition du feldspath aura fourni la soude

nécessaire à la formation du chlorure de sodium dont la plupart des roches sont imprégnées.

Quant aux assises de sables à débris atténués de coquilles, qui se retrouvent à plusieurs hauteurs sur l'île, je crois qu'elles appartiennent à la fin de la période palæothérienne, ou que peut-être elles constituent la couche diluvienne.

La coupe géologique de l'île de San-Lorenzo que je joins ici (Pl. 3), est faite du N. E. au S. O, perpendiculairement à la direction de la chaîne des montagnes qui traversent l'île du N. O. au S. E. Elle ne comprend que la moitié de l'île, le temps m'ayant manqué pour examiner le versant exposé au S. O.

Pendant le séjour que *la Bonite* fit au Callao, les observations thermométriques peuvent se résumer par les résultats suivants : Les températures moyennes de l'air varièrent entre 16°,0 et 17°,6, le maximum ayant été de 22°,4 et le minimum de 14°,7. Les moyennes de celles de la mer varièrent entre 15°,0 et 16°,1, le maximum ayant été de 17°,4 et le minimum de 14°,2. Sur 265 observations, la mer ne fut plus chaude que l'air que 21 fois, ce qui s'explique par le voisinage du continent, et 240 fois plus froide. Les vents varièrent entre le sud et l'est.

Le 21 juillet, *la Bonite* quitta la rade du Callao, après y avoir séjourné dix jours, et poursuivant sa route le long des côtes d'Amérique, fit route pour la baie de Payta, qu'elle atteignit le 25.

DESCRIPTION ET GISEMENT

DES ROCHES DU CALLAO.

---

§ I. Ile San-Lorenzo.

166. Argile arénifère jaunâtre.

Rapportée par une ancre mouillée par 25 mètres de profondeur, au nord de l'île de San-Lorenzo.

167. Porphyre pétrosiliceux, à pâte adelogène de feldspath vert noirâtre, avec cristaux de feldspath blanc jaunâtre.

En galets sur une plage située à la partie N. E. de l'île San-Lorenzo.

168. Même roche avec épidote d'un vert jaunâtre infusé dans quelques parties de la pâte.

Même gisement.

169. Même roche, à pâte complétement noire, à cristaux de feldspath blanc plus petits et plus rarement disséminés.

Même gisement.

170. Même roche, à pâte faiblement colorée en gris verdâtre, et cristaux abondants de feldspath blanc.

Même gisement.

171. Grès quartzeux lustré (1), en partie compacte, en partie grenu, rubanné de noir et de jaune d'une manière très-apparente à la surface polie, mais indistincte à la cassure.

Même gisement.

172. Lydienne (2) gris verdâtre, à texture compacte, recouverte à la surface d'une matière phylladienne rougeâtre.

Forme l'assise inférieure d'une falaise à la côte N. E. de l'île San-Lorenzo. L'épaisseur de cette assise est d'un mètre, sa direction du N. N. O. au S. S. E., et son inclinaison d'environ 10° dans l'E. N. E.

173. Lydienne stratiforme avec couches de phyllade, à teintes variant du rouge au noir, se divisant en fragments naturels prismatiques.

En couches épaisses de $0^m,45$, en stratification concordante sur la précédente.

174. Même roche, plus rougeâtre, très-altérée,

(1) *Grès quartzeux*, R. conglomérée de la famille des roches quartzeuses, formée de parties quartzeuses granulaires triturées et réunies par un ciment quartzeux, siliceux ou calcaire. Si le ciment est très-compacte, le grès est lustré.

Se trouve dans les terrains de toutes les époques secondaires.

(2) *Lydienne*, R. de la famille des roches argileuses, formée d'une pâte conglomérée d'argile endurcie et de quartz.

Appartient aux étages phylladiques et ampélitiques de la période phylladienne.

donnant par le souffle une odeur argileuse très-prononcée.

En couches épaisses de $0^m,15$, en stratification concordante sur la précédente.

175. Phyllade (1) décomposé, jaune rougeâtre, très-friable, donnant une odeur fortement argileuse.

En couches épaisses de $1^m,85$, en stratification concordante sur la précédente.

176. Même roche.

Même gisement.

177. Phyllade décomposé, schistoïde, jaunâtre, très-friable.

Même gisement.

178. Phyllade schistoïde, terreux, bigarré de rouge et de gris.

A la partie supérieure de la même couche.

179. Grès quartzeux phylladien (2), à grains fins,

(1) *Phyllade*, R. de la famille des roches talqueuses, conglomérée, formée de parties microscopiques de talc mêlées de matières feldspathiques et quartzeuses, le tout lié par un ciment quartzeux ou calcaire.

Si le ciment est quartzeux, le phyllade gît dans le grand étage phylladique; s'il est calcaire, on trouve cette roche dans les terrains des périodes salino-magnésiennes et crétacées.

(2) *Grès quartzeux phylladien*, R. de la famille des roches quart-

contenant des cristaux dodécaédriques de pyrite altérée, et recouvert à la surface d'un enduit gypseux.

Forme une couche épaisse de $0^m,50$ supérieure à la précédente.

180. Schiste argileux (1), arénifère, un peu micacé à la surface, et bigarré de rouge et de vert dans le sens du délit.

Forme une couche superposée à celle du grès phylladien, et épaisse d'environ $0^m,50$.

181. Grès quartzeux avec schiste, glandulaire, à grains fins, bigarré de rouge et de vert.

En couches superposées, épaisses de $1^m,30$.

182. Même roche d'un gris violâtre, avec lits parallèles au délit d'un fer hydraté rougeâtre, dont l'épaisseur est de 3 à 4 millimètres.

Sur la roche précédente.

Au-dessus de cette falaise s'étend un plateau recouvert d'une couche épaisse de sable quartzeux.

zeuses, formée de matières quartzeuses, mélangées à des matières phylladiennes, le tout lié par un ciment quartzeux.

Même gisement que les phyllades.

(1) *Schiste argileux*, R. de la famille des roches argileuses, formé d'argilite mélangé de matières phylladiennes, de grains de feldspath et de quartz.

Commence à se faire voir à la partie supérieure du grand étage phylladique, et paraît jusqu'à la partie supérieure de l'étage anthraxifère.

183. Protogyne (1) à grains moyens de feldspath blanc et grains fins de sable verdâtre, un peu quartzifère.

A 30 mètres au-dessus du niveau de la mer; forme la partie N. E. d'un ravin dirigé du S. E. au N. O.

184. Agrégat de fer oligiste terreux rouge et métallique, avec quartz.

En filons peu épais dans la roche précédente.

185. Novaculite (2) violâtre, pointillé, à délit très-prononcé.

En couches sur la protogyne.

186. Gypse (3) blanc lamellaire, avec fer hydraté rougeâtre et cristaux dodécaédriques de pyrite épigène noirâtre.

En amas épais d'un mètre sur la novaculite.

(1) *Protogyne*, R. de la famille des roches talqueuses, agrégée, formée de feldspath, de talc pour un septième ou un cinquième, et quelquefois d'un peu de quartz.

Se montre à la partie supérieure des talcites cristallifères et dans les talcites phylladiformes.

(2) *Novaculite*, R. de la famille des roches talqueuses, se forme des mêmes éléments que le phyllade; mais la matière talqueuse y est plus pure, plus tenace et plus compacte.

Se trouve ordinairement à la jonction des talcites phylladiformes et des phyllades.

(3) *Gypse*, R. de la famille des roches gypseuses, formée de chaux, d'acide sulfurique et d'eau de cristallisation.

Se trouve à partir de la période phylladique, mais principalement dans les terrains de la période salino-magnésienne.

187. Même roche.
Même gisement.

187 *bis*. Gypse fibro-laminaire, moins ferrugineux.
A la partie supérieure de l'amas.

188. Même roche, recouverte de nombreuses efflorescences de chlorure de sodium.
Même gisement.

189. Agrégat de quartz et de gypse gisant au contact du filon d'agrégat de quartz et de fer oligiste, et des amas de gypse avec fer hydraté.

190. Pétrosilex talcifère à pâte verdâtre, contenant quelques cristaux de feldspath.
En couches superposées à la protogyne, qui sur la face S. O. du ravin s'élève à une hauteur plus grande que la novaculite qui se montre à la face opposée.

191. Grès quartzeux avec schiste violâtre bigarré de rouge.
En couches supérieures au pétrosilex.

192. Grès quartzeux gris rougeâtre, avec veines parallèles au délit de carbonate de fer jaunâtre, et de carbonate de chaux blanc spathique.
En couches épaisses de 40 à 50 centimètres, supérieures aux grès avec schiste.

193. Argilite tendre schistoïde, jaune et grise.

Forme une couche horizontale, épaisse d'environ 3 mètres, sur le grès quartzeux.

194. Argile salifère schistoïde, violâtre, avec veines de gypse blanc; recouverte d'efflorescences salines.

En couches puissantes d'un mètre sur les argilites.

195. Grès quartzeux rougeâtre avec veines de carbonate de fer jaunâtre, et cristaux de pyrite épigène.

En couches inclinées de 10°, et plongeant dans l'O. S. O.

196. Gypse blanc massif géodique avec cristaux prismatoïdes de même substance, englobant des fragments du grès quartzeux précédent, sur lequel il repose en couches horizontales.

197. Même roche, à cristaux de gypse très-développés.

Même gisement.

198. Gypse fibro-laminaire.

Même gisement.

199. Agrégat de chaux carbonatée spathique cristallisée et de fer carbonaté, contenant du fer oligiste terreux rouge et des cristaux épigènes de fer sulfuré; recouvert de nombreuses efflorescences salines.

En filons dans le grès quartzeux, n° 195.

200. Même roche, avec matière phylladienne.

Même gisement.

201. Lydienne vert grisâtre schistoïde.

Forme à la hauteur de 15 mètres au-dessus du niveau de la mer une couche épaisse de 1 mètre, s'étendant horizontalement à la base d'une colline située dans le N. N. O. de la falaise qui a fourni les échantillons de 172 à 182.

Cette colline s'élève au-dessus du plateau sablonneux dont il a été mention.

202. Phyllade terreux, rougeâtre, très-quartzifère, superficiellement endurci, et passant à la lydienne; divisible en fragments naturels de forme pentaédrique.

En couche superposée épaisse de $0^m,08$.

203. Phyllade rougeâtre très-altéré.

Forme une couche de $0^m,11$ au-dessus du phyllade précédent.

204. Grès quartzeux avec schiste, avec lits de phyllade rougeâtre parallèles à la stratification.

Forme une couche supérieure à la précédente et dont l'épaisseur varie de 0,30 à 0,50 centimètres.

205. Grès quartzeux avec schiste, à grains fins, bigarré de rouge et de vert.

A la partie supérieure de la même couche.

206. Grès quartzeux argilifère, noirâtre, à grains

fins, se divisant naturellement en fragments parallélipipédiques réguliers.

Forme une couche superposée épaisse de 0m,20.

207. Grès quartzeux argilifère, grisâtre, avec lits de fer hydraté brunâtre.

A la partie supérieure de la même couche.

208 et 209. Carbonate de fer en rognons recouverts de phyllade, contenant dans l'intérieur une matière jaune ocreuse, résultant probablement de la décomposition des sperkises.

Ces rognons, dont les intervalles sont remplis par l'argile qui forme la couche supérieure, sont disposés horizontalement, et forment un lit équivalent à une couche entre le grès quartzeux et l'argile sichistoïde.

210. Argile schistoïde grisâtre, avec veinules de gypse.

Forme au-dessus des rognons une couche épaisse de 0m,55.

211. Gypse blanc cristallisé avec mélange d'argile grisâtre.

De la même couche.

212. Pétrosilex porphyroïde, à grains fins, verdâtre, pyritifère, superficiellement carié par la décomposition et l'absence des cristaux disséminés de feldspath.

En fragments anguleux sur le sable du plateau.

213. Grès quartzeux, empâtant des fragments roulés de roches quartzeuses et phylladiennes.

Même gisement.

214. Pyrite ordinaire en rognons superficiellement altérés, avec matière phylladienne.

Même gisement.

215. Pyrite ordinaire, grenue et cristallisée.

Même gisement.

216. Psammite (1) jaunâtre avec veines entre-croisées, et cristaux disséminés de gypse blanc et d'hydrate de fer.

Sur un des sommets de la chaîne des collines du milieu de l'île, à la hauteur de 80 mètres.

217. Porphyre pétrosiliceux, à pâte verdâtre, et petits cristaux de feldspath blanc.

Sur un des sommets, à la hauteur de 115 mètres. La disposition du sol ne permet pas d'observer si ce porphyre forme un amas transversal.

218. Métaxite (2), à grains fins, zonée de teintes grises, jaunes, roses et brunes.

(1) *Psammite*, R. de la famille des roches quartzeuses; mélange de matières quartzeuses et argileuses.

Forme l'étage des grès bigarrés, et se montre dans la période salino-magnésienne.

(2) *Métaxite*, R. de la famille des roches quartzeuses, formée

Sur un autre sommet, haut d'environ 150 mètres.

219. Métaxite presque entièrement grise, recouverte à la surface, et pénétrée par place d'hydrate de fer.

Cette roche, très-friable, est creusée profondément, et présente une surface réticulée par suite de la désagrégation qui a attaqué certaines parties où le ciment était moins abondant.

Même gisement.

220. Métaxite, avec zones grises et violettes.

Même gisement.

221. Même roche.

Même gisement.

221 *bis*. Même roche, à kaolin coloré en rouge par du peroxyde de fer.

Même gisement.

222. Métaxite, à grains fins, d'un jaune rougeâtre.

Même gisement.

223. Métaxite grisâtre, à grains fins, superficiellement désagrégée, de manière à ce que la surface est

de quartz et de feldspath, passé sur place à l'état de kaolin.

Se montre dans les terrains de la période phylladienne, dans les terrains houillers, dans les marnes irisées, les psephites, et jusque dans l'étage des molasses de la période palæothérienne.

creusée dans tous les sens d'alvéoles, dont la profondeur va jusqu'à 1 décimètre, et qui sont cloisonnés par suite de la résistance de quelques parties de la roche.

Même gisement.

224. Lydienne verdâtre jaunâtre, divisible en fragments prismatiques; avec dendrites ferrugineuses.

Forme l'assise inférieure d'une falaise, à 1 mille au N. E. de celles précédemment décrites.

225. Même roche, superficiellement recouverte de gypse.

Même gisement.

226. Lydienne verdâtre, recouverte de nombreux et beaux cristaux trapésiens de gypse, avec veinules entre-croisées de gypse, de pyrite ordinaire et de fer hydraté.

A la partie supérieure de la même assise.

227. Lydienne noirâtre, avec enduit gypseux, et veinules de même nature.

Même gisement.

228. Schiste argileux noir, feuilleté, avec veines de pyrite blanche et ordinaire.

En couches superposées à la précédente.

229. Serpentine (1) verdâtre, avec infiltrations de carbonate de chaux.

En fragments anguleux sur le sol de l'île.

230. Métaxite ferrugineuse, à grains fins de quartz rougeâtre et de kaolin blanc, recouverte de gypse, et contenant des pyrites passant à l'état d'hydrate; avec nombreuses efflorescences de chlorure de soude.

Même gisement.

231. Métaxite avec veines de fer oligiste brunâtre et métallique.

Même gisement.

232. Grès quartzeux lustré gris violâtre.

Même gisement.

233. Novaculite terreuse et ferrugineuse d'un gris rougeâtre, pointillé de blanc.

Même gisement.

234. Métaxite, à grains fins, avec schiste argileux verdâtre, enduite de fer à la surface.

Même gisement.

(1) Serpentine, R. de la famille des roches diallagiques, formée d'une pâte compacte de diallage, mêlée de matière talqueuse et de feldspath tenace.

Gît ordinairement en couches dans les terrains de talcite cristallifère.

235. Fragments de lydienne verdâtre avec gypse, de phtanite, et de jaspe.
Même gisement.

236. Grès quartzeux avec fer hydraté, et cristaux épigènes de pyrite ordinaire.
Même gisement.

237. Grès quartzeux argilifère, noirâtre, à grains fins.
Même gisement.

238. Grès quartzeux grisâtre, avec carbonate de fer jaunâtre et hydrate de fer, recouvert d'efflorescences salines.
Même gisement.

239. Grès quartzeux, un peu micacé, à grains très-fins, superficiellement ferrugineux.
Même gisement.

240. Grès quartzeux, très-ferrugineux, d'un gris bigarré de brun rougeâtre, superficiellement recouvert de fer hydraté.
Même gisement.

241. Grès quartzeux argilifère jaunâtre, avec fer hydraté brun.
Même gisement.

242. Marne arénifère violâtre, résultant de la décomposition et de l'atténuation des principes des roches.

Forme la terre végétale.

243. Guano dans les fissures du grès quartzeux, n° 218, à 150 mètres de hauteur.

§ 2. ENVIRONS DE LIMA.

244. Galets de phtanite blanc et noir rubanné.

Forme des amas considérables à l'embouchure du Rimak.

245. Protogyne gris verdâtre, à grains fins.

Cette protogyne, qui est la même que celle trouvée à l'île San-Lorenzo, constitue la base de la montagne de San-Christoval, derrière Lima.

246. Même roche, commençant à se désagréger.

247. Grès quartzeux phylladifère, contenant quelques cristaux de quartz, et un nodule d'argile pyriteuse.

En couches sur la protogyne.

CHAPITRE VI.

Influence du courant de l'océan Pacifique près des côtes d'Amérique, du Callao à Payta. — Observations thermométriques. — Position de Payta. — Preuve que l'on en tire que le soulèvement attribué aux côtes d'Amérique n'a pas eu lieu en ce point depuis les temps historiques. — Désignation des roches des environs de Payta. — Fossiles des couches marneuses et calcaires. — Causes présumées du manque d'eau douce dans les environs de Payta. — Description géologique de la montagne de la Silla. — Age probable des roches de Payta. — Observations thermométriques faites au mouillage. — Description et gisement des roches.

Pendant la traversée du Callao à Payta, les vents furent variables entre le S. et l'E., et les courants eurent pour effet moyen de porter *la Bonite* de 23 lieues au N. et de 7 à l'O. Ce résultat prouve que c'est en ce point des côtes d'Amérique que les courants, qui jusqu'alors se dirigent entre le N. et l'E., commencent à s'infléchir pour obéir au grand mouvement équatorial des eaux qui, dans l'océan Pacifique comme dans l'Atlantique, sont portées de l'E. à l'O., en sens inverse de la rotation du globe.

Les températures moyennes de l'air varièrent de 16°,8 à 18°,4, le maximum ayant été de 22°,1 et le minimum de 14°,9; celles de la mer furent entre 17°,1

et 17°,7, le maximum de 19°,4, et le minimum de 15°,0; enfin, sur 94 observations, la mer ne fut que 26 fois à une température plus haute que l'air, et 62 fois à une température plus basse.

Ces résultats sont intéressants, en ce qu'ils prouvent que l'influence du grand courant qui porte vers le Nord les eaux de l'Océan circumpolaire austral, et qui a pour effet de refroidir les côtes occidentales de l'Amérique méridionale, s'exerce au voisinage de l'Équateur. Dans l'Atlantique, par les mêmes latitudes, la température des eaux était en moyenne de 26°, et ici elle n'est guère plus de 17°. Toute cette différence ne doit pas, à la vérité, être attribuée au courant, et il faut faire une large part à deux circonstances importantes, la proximité des côtes et la différence de position du soleil au moment des observations, causes qui toutes deux ont pour effet de diminuer la température.

Le 25 juillet, à six heures du soir, nous étions au mouillage par 16m fond de vase, à peu de distance de la ville.

Payta, l'une des plus anciennes villes du Pérou, célèbre depuis longtemps par les événements qui s'y passèrent lors de l'expédition de l'amiral Anson, est bâtie sur une plage aride, au fond d'une anse formée par une inflexion de la côte; sa baie est abritée des vents du S. au N. par l'E., mais ouverte à ceux du N. à l'O.; les ancres y tiennent bien dans une argile arénifère, tenace, et les bâtiments y sont en sûreté.

La mer, au-dessus de laquelle la plage est peu éle-

vée, vient baigner les maisons de la ville, et derrière celle-ci s'élève une falaise escarpée, creusée de main d'homme en quelques parties, qui l'entoure dans tous les sens, et qui, s'élevant à une hauteur variant entre 10^m et 20^m, se prolonge au N. vers le village de Colan, et à l'O. vers la pointe de Payta, d'où elle se dirige vers le S., en suivant les contours du rivage, dont elle ne s'éloigne guère. Cette suite de falaise aboutit à une plaine aride et sablonneuse que l'on nomme le plateau de Payta.

Cette position de Payta fournit une preuve nouvelle que la côte n'a pas été soulevée en ce point depuis la fondation de cette ville, qui date du milieu du 16[e] siècle; car, en abaissant de 1^m seulement le rivage actuel, le rivage entre la falaise et la mer viendrait tout entier au-dessous du niveau de l'Océan, et l'emplacement de Payta serait complétement submergé. S'il y avait eu soulèvement de 8 à 10 mètres, nous verrions aujourd'hui Payta sur le plateau, et non pas au bas de la falaise qui le termine.

Il est juste cependant de dire que les propagateurs de l'idée du soulèvement n'ont jamais prétendu que ses effets aient été ressentis en ce point, mais ils ont cru en trouver des preuves pour Lima, qui n'est pas très-éloignée de Payta. Quelque idée que l'on se fasse de la flexibilité de l'écorce consolidée du globe, il est difficile de se rendre compte de quelle manière le soulèvement aurait pu agir sur un seul de ces deux points voisins sans laisser des traces visibles de rupture et de déchirement.

Les falaises de Payta ont été examinées par moi en plusieurs endroits, et de nombreux échantillons pris sur place figurent dans la collection dont la description détaillée se trouve à la fin de ce chapitre.

Le premier point que j'ai visité est situé à l'E. N. E. de Payta, à une distance d'environ 400 mètres, dans un endroit où la plage sablonneuse a une trentaine de mètres de largeur. Tout le long du rivage règne une petite assise d'un conglomérat coquillier à fragments de phyllades et de quartz avec de grandes huîtres, dont je crois la consolidation tout à fait récente. Cette roche représenterait, en ce point, les alluvions marines de la période actuelle. Le haut degré de cimentation dont elle jouit ne serait pas, je pense, une preuve contraire à cette opinion, puisqu'il arrive assez fréquemment que les produits de notre époque arrivent à un état d'agglutination complète ; témoin les grès de l'Ascension et de la Guadeloupe et certains calcaires madréporiques.

Entre le pied de la falaise et la mer s'élèvent des buttes formées d'une marne argileuse, pénétrée d'hydrate de fer par places, et contenant, en grande abondance, du gypse cristallisé, disposé soit en veinules entre-croisées, soit en géodes. Ces buttes atteignent une hauteur de 4 à 5 mètres, et sont réunies à la falaise par des accumulations de sable argilifère désagrégé, provenant d'éboulements tels qu'il est impossible de déterminer la nature des couches qui règnent à la hauteur de 5 à 15 mètres. Cette circonstance laisserait une lacune dans la connaissance de leurs dispo-

sitions respectives si, sur d'autres points, les mêmes couches cachées ici ne se montraient à découvert.

A 15 mètres au-dessus de la mer gît une assise de sable quartzeux argilifère, quelquefois ferrugineux, très-fortement gypsifère, dans laquelle se montrent des rognons de marnolite disposés horizontalement et représentant une couche analogue à celle de ces silex que nous voyons figurer dans la craie ordinaire. Cette assise, dont l'épaisseur est de 2 mètres, est recouverte par un calcaire grossier, celluleux, souvent un peu silicifère, et contenant aussi quelques graviers et galets de phyllade et de quartz.

Indépendamment des fossiles nombreux que l'on trouve dans cette assise calcaire et que j'énumérerai plus loin, on y rencontre des masses de sables quartzeux agglutinés, affectant des formes cylindriques, terminées à l'une des extrémités par une partie sphéroïdale. Dans quelques-unes de ces masses sont des veines de gypse parallèles entre elles, équidistantes, et faisant, avec l'axe du cylindre, un angle constant d'environ 60°. Cette disposition est trop fréquente pour être l'effet du hasard, et je crois que ces corps doivent avoir une origine organique, quoique jusqu'à présent il soit difficile de les rapporter à. quelque animal connu.

Sur cette assise de conglomérat calcaire est une couche d'un demi-mètre d'épaisseur d'un poudingue formé de galets de phyllade arénifère et de grès quartzeux phylladifère, cimentés par un calcaire assez peu consistant.

Au N. O. de la ville, à 50 mètres environ des dernières maisons, la coupe des falaises montre une roche d'un âge bien différent; c'est un phyllade arénifère verdâtre, quelquefois noirâtre et rougeâtre par suite des altérations dues aux influences atmosphériques, et disposé en couches à peu près verticales ou un peu inclinées vers l'O. et dirigées du S. au N. Ces roches, dont la tranche ne se montrait pas au-dessus du niveau de la mer à l'E. et au N. de la ville, atteignent ici une hauteur verticale d'environ 8 mètres, et contiennent fréquemment des couches subordonnées d'un grès quartzeux phylladifère gris verdâtre à veines entre-croisées de quartz blanc. Sur ce système s'étend horizontalement une couche mince d'argile phylladienne bigarrée de rouge et de blanc, empâtant des fragments de phyllade, et fortement pénétrée de gypse, surtout à la partie supérieure, où l'argile s'endurcit. Au-dessus est une couche plus épaisse d'une argile arénifère jaunâtre contenant des rognons de grès quartzeux argilifère, et plus haut, à 15 mètres environ, une marne endurcie, arénacée et coquillière, qui probablement est le prolongement de cette couche de rognons de marnolite trouvée dans l'assise de sable quartzeux de la première falaise, à cette même hauteur de 15 à 17 mètres.

Sur la marne se retrouvent les assises de sables quartzeux et les conglomérats de calcaire grossier, dans lesquelles se rencontrent encore les masses cylindriques dont j'ai parlé plus haut.

Sur toute la longueur de la falaise qui s'étend dans

le N. O. depuis Payta jusqu'à la pointe la plus occidentale, la même disposition se retrouve, et l'on rencontre les mêmes assises à la même hauteur; mais quand les tranches des phyllades s'élèvent plus haut, les assises inférieures manquent, ou ne sont représentées que par des couches minces. Il est, du reste, fort difficile d'apprécier exactement les limites de ces différentes couches à cause des éboulements.

A un kilomètre environ de Payta et dans cette même direction du N. O., une colline formée de ce terrain récent présente une disposition singulière : elle est intercalée entre deux autres appartenant au système phylladien; et comme ce dernier est, comme je l'ai dit, incliné de 70 à 80° dans l'O., il en résulte que les assises tertiaires sont recouvertes par le phyllade qui les surplombe.

Ce fait, qui, au premier coup d'œil, paraît singulier et qui semble contredire les lois générales de la disposition des terrains, est fort simple. Pour l'expliquer, on peut supposer que, par suite de l'un des bouleversements dont ce terrain ancien a été le théâtre, il s'est formé un ravin profond entre deux couches contiguës violemment disjointes, et que, dans cette ouverture, comparable à celle que formeraient les feuillets d'un livre, les couches tertiaires se sont déposées. Il était bon de mentionner ce fait, parce que, dans des terrains d'âges moins différents, des circonstances analogues se sont produites, et que, moins faciles à distinguer, elles peuvent entraîner à des erreurs graves. Dans le voisinage du Creusot, le

granite paraît superposé à la houille, et cette circonstance, qui s'explique d'une manière analogue à celle dont il vient d'être question, a donné lieu à de graves erreurs géologiques.

Quelques recherches que j'aie faites, il m'a été impossible de découvrir la moindre trace organique dans le système phylladien; mais, en revanche, les autres couches présentent de nombreux fossiles.

Presque partout, par suite de la désagrégation des roches, la falaise est en talus, et il est fort difficile de préciser le point précis de contact de ces matières, qui se ressemblent toutes beaucoup. Les fossiles gisent, pour la plupart, dans des accumulations de débris, où ils figurent en très-grand nombre; très-peu d'entre eux ont encore leur test, et la plupart ne sont que des moules ou des empreintes; les tests qui existent encore sont, presque tous, minéralisés en gypse.

Les plus abondants d'entre les fossiles appartiennent aux genres *pholadomie*, *turritèle*, *vénus* et *huître*. On y remarque en outre une belle *natice* qui gît dans le calcaire grossier et des *petoncles*, *lucines*, *balanes*, *olives*, *peignes*, *pyrules* et *sanguinolaires*. Ces fossiles, par suite de la friabilité de la matière qui les a minéralisés, sont, pour la plupart, indéterminables quant à l'espèce. Des observations plus suivies que celles qu'il m'a été donné de faire à cause de la courte durée de notre séjour auraient été nécessaires pour établir quels sont ceux de ces fossiles qui sont propres à chacune des couches.

Il n'existe dans les environs de Payta aucune source

ni aucun puits; la rareté des pluies ôte aux habitants la ressource des citernes, et l'eau que l'on y boit est apportée dans des outres du village de Colan, situé à quelques lieues au nord, en un point de la côte où une petite rivière qui descend des Andes a son embouchure; une provision d'eau un peu considérable est pour les habitants un objet de luxe.

Pour remédier à un inconvénient si grave, dû à la rareté des pluies, et surtout à la perméabilité des couches calcaires et sablonneuses qui laissent s'échapper les eaux qui s'écoulent ensuite entre les couches à peu près verticales des phyllades, on a imaginé de creuser un puits artésien près de la plage, dans l'ouest de la ville. Cette entreprise a dû, comme on le pense bien, être abandonnée, et le puits, rempli d'eau salée jusqu'au niveau de la mer, qui y arrive par les fissures des phyllades et les joints de stratification, reste là comme un monument d'une tentative peu logique, qui paraît avoir été faite dans une ignorance complète de la belle théorie des puits artésiens.

Au bord de la mer, on remarque un bloc isolé de trachyte grisâtre recouvert de coquilles récentes et trop volumineux pour que l'on puisse supposer qu'il a pu être déposé en cet endroit lors du déchargement du lest d'un navire. La présence de cette roche indique peut-être le voisinage d'un terrain d'éruption, dont je n'ai du reste trouvé nul autre indice. Le transport de ce bloc unique doit peut-être aussi être attribué à des causes analogues à celles qui ont dispersé sur certaines parties de notre continent des blocs er-

ratiques arrachés aux sommets les plus élevés des Alpes.

Après avoir gravi les pentes qui s'élèvent derrière Payta, on arrive à un plateau aride se prolongeant à toute vue dans le N., et qui est borné dans l'E. par la Cordilière distante de 14 à 15 lieues, et dans le S., par une montagne isolée dont les pentes viennent se terminer à la mer. Son sommet forme une ligne horizontale, se relevant des deux côtés pour former ensuite des pentes rapides de manière à offrir une vague ressemblance avec une selle, ce qui lui a fait donner par les navigateurs le nom de la Silla.

Cette montagne, distante d'environ 3 lieues, étant le point qui paraissait le plus propre à donner quelques notions sur la constitution géognostique de ce pays, je m'y suis rendu le premier jour qu'il m'a été possible de consacrer à une exploration un peu longue.

Rien ne peut rendre l'aspect aride et désolé de ce plateau, brûlé par un soleil ardent, et sur lequel il ne croît qu'une végétation rare et malingre. On y voit à peine quelques chétifs arbustes dont les racines pénètrent ce calcaire celluleux qui est là presque à nu. La grande catastrophe qui a mis fin à la période géologique à laquelle a succédé celle dans laquelle nous sommes, et qui a presque partout recouvert les dépôts formés d'une couche favorable à la végétation, a au contraire dénudé tout le sol de ce plateau. La légère couche meuble qui recouvre la roche est le résultat de la dégradation séculaire, et la grande perméabilité de ce sol empêche que les eaux pluviales ne puissent mo-

difier ces sables calcaires et siliceux, et les rendre plus propres à la végétation.

Aucun chemin tracé ne se fait voir sur le sol qui est absolument plan, et bien nous prit d'avoir eu la précaution de relever à la boussole un des sommets de la Silla au moment du départ, car, sans cette précaution, il nous eût été difficile de retrouver la ville bâtie, comme je l'ai dit, au pied de la falaise, et invisible de tous les points du plateau.

Sur le sol se montrent çà et là des cailloux roulés de phyllade, de quartz et d'un pétrosilex verdâtre, probablement talcifère, qui pourraient bien indiquer le voisinage de terrains plus anciens que ceux de phyllade.

En approchant de la Silla le sol s'élève graduellement, et à peu de distance de sa base, nous nous trouvâmes inopinément au bord d'une large crevasse dirigée de l'E. à l'O., et dont le fond était à environ 20 mètres au-dessus du niveau de la mer. Là le phyllade qui se montre sur les deux faces est complétement dénudé et traversé dans tous les sens par une matière quartzeuse blanche qui s'est introduite de bas en haut. Cet accident a eu lieu peu de temps après la formation du phyllade, car aux parois des filons les deux roches se mêlent et s'insèrent l'une dans l'autre.

En tournant plusieurs de ces ravins parallèles, dont les uns sont sans issue et dont les autres arrivent à la mer, nous pûmes parvenir à l'un des sommets de la Silla, élevé d'environ 100 mètres au-dessus du niveau de la mer. De là on pouvait embrasser

l'ensemble du groupe qui présente d'effroyables précipices, et une longue suite de ravins tous dirigés vers la mer, ce qui indique que les déchirements dont ces terrains ont été le théâtre ont eu lieu dans un plan perpendiculaire aux couches dirigées, comme je l'ai déjà dit, du N. au S. Le fond de quelques-uns de ces ravins est inférieur à la surface du plateau, et arrive même jusqu'au niveau de la mer, sans que l'on y remarque aucune trace des couches tertiaires, qui, plus au N., atteignent la hauteur de 20 mètres; il faut donc pour expliquer leur absence, ou supposer que les déchirements de la Silla ont eu lieu postérieurement à leur dépôt, ou, ce qui est plus probable, que ces couches qui sont presque entièrement meubles ont été entraînées vers la mer par les eaux torrentielles.

La roche principale qui constitue le massif de la Silla est un phyllade fortement quartzifère, et quelquefois ferrugineux, auquel sont subordonnées deux autres roches d'une importance moindre. La première est un grès phylladifère, la seconde un grès lustré dont les assises sont souvent d'une épaisseur notable.

Dans le fond de l'un des ravins qui conduisait à la mer, j'ai rencontré quelques blocs détachés d'une diorite très-pauvre en amphibole, et qui m'a paru ne présenter aucune trace de délit; cette roche est probablement d'origine pyrogène. Sur le phyllade, une couche horizontale assez mince d'un poudingue à fragments quartzeux, phtanitiques ou phylladiens, qui paraît à une hauteur de 20 mètres environ, est vraisemblablement le prolongement du dépôt de ce

genre qui existe à la même hauteur dans les falaises de Payta.

Enfin, au bord de la mer, à 19 mètres environ, se montre une assise de grès quartzeux coquillier, épaisse d'environ 3 mètres, formant sur ce point le sol du plateau et reposant sur le poudingue.

Il résulte de ce qui précède qu'il existe en ce point des côtes du Pérou des roches appartenant à des époques bien différentes et qui sont ordinairement séparées dans la série des couches par de nombreuses et puissantes formations.

La charpente inférieure du sol est formée de puissantes assises, de phyllades fortement quartzifères et de couches subordonnées de deux variétés bien distinctes de grès quartzeux Ce système ne renferme pas de débris fossiles, mais malgré l'absence de traces organiques, il me semble que le terrain ne doit pas, comme cela a été fait, être considéré comme de consolidation primitive ; les roches qui le forment ont évidemment été remaniées et reconsolidées, et très-probablement cette consolidation a eu lieu dans le cours de la période où la vie a commencé sur le globe, c'est-à-dire pendant la période phylladienne dont ce terrain constituerait les assises tout à fait inférieures.

Les couches de phyllade étant dirigées du nord au sud, et nos explorations ayant eu lieu principalement dans la direction de la *Silla* située au sud de Payta, je n'ai pas vu ce terrain sur une épaisseur plus grande que 1 à 2 kilomètres ; mais la présence du pétrosilex talcifère, trouvé en fragments sur le sol, me fait sup-

poser que non loin de là ces phyllades s'appuient sur des couches primordiales appartenant aux talcites phylladiformes.

Les couches qui reposent sur celles-ci en stratification discordante, appartiennent évidemment aux terrains de la période palæothérienne; elles sont sensiblement horizontales et se succèdent de la manière suivante :

Au contact avec le phyllade, une couche mince d'argile phylladienne.

Jusqu'à 15^{m} au-dessus du niveau de la mer, une assise d'argile marneuse gypsifère.

De 15 à 17 mètres, un sable quartzeux gypsifère, avec rognons de marnolite.

De 17 à 19 mètres, un calcaire grossier celluleux, souvent arénifère.

De 19 à 19^{m},5, un poudingue phylladien et phtanitique à ciment calcaire.

De 19^{m},5 à 23^{m}, un grès quartzeux coquillier, à ciment calcaire.

La planche 4 donnera une idée des différentes dispositions du terrain observé à Payta.

Si l'on ne consultait que la succession des couches et les rapports minéralogiques, on n'hésiterait pas à rapprocher pour l'âge ce terrain de celui qui constitue le bassin parisien, avec lequel la succession des argiles, des sables, des marnes à gypse, des calcaires et des grès, lui donne tant de points de ressemblance; mais en examinant les roches, on les trouve bien différentes; elles sont presque friables, ou du moins fai-

blement consolidées, et la masse des fossiles offre d'assez grandes dissemblances pour que l'on soit fondé à leur assigner une époque de formation bien différente. Il est probable que le terrain de Payta appartient à un étage plus récent de la même période, et qu'il doit être rapporté aux falaises de la Touraine, aux landes de Bordeaux et aux pampas des environs de Buénos-Ayres.

Le grès quartzeux, qui paraît former l'assise la plus récente de ce système, est fréquemment employé comme pierre à filtrer.

Sur la plage, on trouve fréquemment de gros rognons ellipsoïdaux de carbonate de fer argilifère, que je n'ai nulle part vu en place; je crois cependant qu'ils gisent dans l'assise d'argile phylladienne, qui en certains points repose sur le système inférieur. Ces rognons ont cela de particulier qu'ils renferment presque tous une cavité sphéroïdale de forme analogue à leur forme extérieure.

Enfin, la période actuelle serait représentée à Payta par des alluvions marines qui auraient consolidé ce conglomérat coquillier à grandes huîtres qui forme presque partout le bord de la mer.

M. Gaudichaud ayant fait avec d'autres personnes du bord une excursion dans l'intérieur du pays, a rapporté d'Amotape, village situé à environ 7 lieues dans le N. E. de Payta, une argile endurcie, fortement salifère, qui forme la masse de la colline de Capuyana, et qui contient des lits nombreux d'un beau gypse blanc fibreux. Dans un tombeau, au même



lieu, M. Gaudichaud a trouvé des cylindres de sable argilifère, dont la forme rappelle tout à fait celle de ces corps probablement d'origine organique dont j'ai fait mention plus haut. Il est donc certain que le terrain palæothérien s'étend à une distance assez grande dans l'intérieur du pays.

La présence des efflorescences salines dans les sables et celle du gypse établit une analogie remarquable entre ce terrain et celui qui forme la plaine du Callao de Lima, que l'on doit probablement rapporter à la même époque.

Pendant notre courte relâche à Payta le temps fut généralement beau, quoique nuageux. Les températures moyennes de l'air varièrent entre 17°,7 et 19°,4, le maximum ayant été de 25°,2 et le minimum de 15°,7. Celles de la mer furent entre 16°,0 et 16°,4; maximum 18°,1, minimum 15°,1.

Sur 137 observations, l'air fut 136 fois en excès de température sur la mer, et cet excès fut en moyenne de 2°4.

Le 1er août nous appareillâmes pour la rivière de Guayaquil, après une relâche de 6 jours.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DES ENVIRONS DE PAYTA.

—

248. Conglomérat formé de fragments de calcaire coquillier, de phyllade vert jaunâtre, de petits galets de phtanite noirâtre et de quartz hyalin blanc, avec tests d'huîtres, le tout lié par un ciment de calcaire argileux jaunâtre.

Forme, sur le bord de la mer, une assise peu épaisse, au pied d'une falaise haute de 20 mètres, située à 400 mètres, dans l'E. N. E. de Payta.

28 *bis*. Mêm e roche, avec moules de turritelle.

Même gisement.

248 *ter*. Même roche à ciment brunâtre endurci par de l'hydrate de fer.

Même gisement.

249. Gypse blanc fibreux, mamelonné à la surface, dans une marne argileuse d'un brun jaunâtre et verdâtre.

Forme des monticules hauts de 4 à 5 mètres au milieu des sables qui s'étendent du bord de la mer à la falaise.

250. Même roche, pénétrée de marne argileuse verdâtre.

Même gisement.

251 et 252. Marnolite (1) ferrugineuse, jaunâtre, avec infiltrations calcaires brunâtres.

En rognons fortement endurcis, brunâtres au centre, friables et jaune d'ocre à la circonférence.

Les rognons sont disposés horizontalement dans l'assise de sable argilifère n° 254.

253. Gypse fibreux, avec sable quartzeux argilifère jaunâtre.

En lits dans la même assise.

254. Sable quartzeux argilifère, agglutiné par place, jaune, rougeâtre et gris verdâtre.

Forme une assise horizontale visible sur une épaisseur de 2 mètres, à la hauteur de 15 à 17 mètres au-dessus du niveau de la mer, contenant des rognons de marnolite disposés en lits et pénétrés de gypse grenu ou cristallisé.

255. Même roche, avec géodes tapissées de cristaux de gypse.

Même gisement.

(1) *Marnolite*, R. de la famille des roches argileuses, formée de marne endurcie par l'hydrate de silice entrant dans la composition de l'argile.

Gît dans les mêmes terrains que la marne.

256. Gypse fibreux mamelonné, avec veines de marne argileuse et quartzifère rouge et jaune.

En lits dans les sables quartzeux argilifères.

257 et 258. Gypse blanc mamelonné, fibro-laminaire et grenu.

En plaques minces dans les sables quartzeux argilifères.

259. Conglomérat formé de calcaire grossier, celluleux, blanc jaunâtre, empâtant des galets de phtanite, et contenant des moules de *pétoncles*.

Forme une assise horizontale supérieure à celle de sable quartzeux et épaisse de 2 mètres.

260. Grès quartzeux calcarifère jaunâtre, mêlé d'hydrate de fer brunâtre et jaunâtre et incrusté de gypse blanc fibreux.

Forme des masses cylindriques, terminées par une partie sphéroïdale recouverte de marne argileuse. Ces masses, qui paraissent être des moules organiques, gisent dans les conglomérats de calcaire grossier.

261. Sable quartzeux argilifère jaunâtre, faiblement consolidé, contenant quelques graviers de phtanite et de quartz, et recouvert de gypse blanc.

Même forme et même gisement que le précédent.

262 et 263. Masses cylindriques analogues aux pré-

cédentes, terminées, à l'une des extrémités, par une calotte sphérique.

Même gisement.

264. Masse cylindrique de même substance, avec veines de gypse parallèles entre elles, équidistantes, dont les plans font avec l'axe du cylindre un angle d'environ 60°.

Même gisement.

265. Galets de phyllade arénifère vert noirâtre, superficiellement recouverts de gypse blanc, renfermant de petites veines de quartz blanc qui coupent le délit dans tous les sens.

Provient d'un poudingue à ciment calcaire constituant une assise épaisse de $0^{m},5$ et gisant au-dessus du conglomérat de calcaire grossier.

266. Galets de grès quartzeux phylladifère avec quartz blanc, prenant à la surface un aspect carié, par suite de la décomposition et de l'absence de la matière phylladienne.

Du même poudingue.

267. Conglomérat coquillier, avec graviers de quartz, de phyllade et de phtanite, le tout réuni et consolidé par un ciment calcaire.

Les coquilles qui entrent dans la composition de ce conglomérat et dont un petit nombre ont encore leur test, sont difficiles à déterminer exactement,



mais appartiennent aux genres *peigne, vénus, huître* et *pétoncle*.

D'un monticule isolé, entre la falaise et le rivage, à 18 mètres au-dessus du niveau de la mer.

268. Pétrosilex talcifère vert foncé, avec taches d'un brun rougeâtre.

En fragments arrondis sur le plateau qui s'étend de la ville à la montagne de la Silla, située à 11 kilomètres, dans le S. S. O. de la ville de Payta.

269. Phyllade quartzifère, vert jaunâtre, légèrement altéré.

En couches verticales dirigées du N. au S., dans de profondes crevasses qui sillonnent le sol au pied de la montagne de la Silla.

270. Quartz hyalin blanc, grisâtre et noirâtre, imprégné sur deux de ses surfaces de matière phylladienne verte.

En filons d'environ 5 centimètres d'épaisseur qui coupent les couches de phyllade quartzifère.

271. Grès quartzeux phylladifère, avec nombreuses veinules entrecroisées de quartz blanc. Cette roche, qui est d'un gris verdâtre dans son intérieur, se décolore dans le voisinage des surfaces exposées à l'air et devient d'un blanc grisâtre, la matière phylladienne qui colorait le grès quartzeux en vert ayant été décomposée et entraînée.

En couches peu épaisses subordonnées à celles du phyllade quartzifère, à 50 mètres au-dessus du niveau de la mer.

272. Grès quartzeux gris noirâtre, à grains fins, lustré et écailleux, à cassure conchoïde.

En couches subordonnées au phyllade quartzifère, à 80 mètres.

273. Grès quartzeux phylladifère, gris jaunâtre, à grains fins, superficiellement coloré par de l'hydrate de fer et contenant quelques cristaux de pyrite altérée.

En couches verticales dirigées du N. au S., à 90 mètres.

274. Grès quartzeux lustré, à grains très-fins, gris noirâtre, avec veinules de quartz blanc.

En couches subordonnées aux phyllades, à 95 mètres au-dessus du niveau de la mer.

275. Phyllade grossier arénifère, vert noirâtre, superficiellement coloré par de l'hydrate de fer. La surface exposée à l'air est percée de cavités nombreuses, profondes de près de 1 centimètre.

En couches verticales, à 88 mètres.

276. Même roche.

A 67 mètres au-dessus du niveau de la mer.

277. Phyllade gris verdâtre un peu altéré, en feuillets contournés, sillonné de nombreuses veines de

quartz, empâtant un rognon de grès quartzeux phylladifère verdâtre, contenant aussi des veinules de quartz blanc.

Au contact d'un filon de quartz qui traverse les couches de phyllade.

278. Diorite sans délit, à grains moyens, en partie décomposée, à feldspath jaunâtre, très-pauvre en amphibole.

En blocs détachés dans le fond d'un ravin.

279. Phyllade satiné gris verdâtre, sillonné par de petites veines de quartz blanc perpendiculaires au délit.

En couches verticales dirigées du N. au S., à 23 mètres au-dessus du niveau de la mer.

280. Phyllade gris verdâtre très-altéré, passant à l'état d'argile phylladienne.

Même gisement.

281. Phyllade gris verdâtre fortement endurci par de la matière quartzeuse et sillonné dans tous les sens de veines de même substance.

A 30 mètres au-dessus du niveau de la mer.

282. Quartz blanc en filons d'épaisseur inégale présentant des renflements glandulaires où la matière quartzeuse est zonée parallèlement à la paroi extérieure du filon; empâté de matière phylladienne d'un gris verdâtre.

En filons dans le phyllade.

282 *bis*. Même roche, où la matière phylladienne se retrouve dans l'intérieur du filon, disposée parallèlement à ses surfaces naturelles.

Même gisement.

283. Même roche, avec nombreuses lamelles de mica rose et jaunâtre, accumulées par place, et qui se retrouvent aussi dans les portions de phyllade vert empâtant le quartz.

Même gisement.

283 *bis*. Même roche, plus micacée.

Même gisement.

284. Phyllade satiné gris verdâtre et jaunâtre, commençant à se décomposer.

A 26 mètres.

285. Même roche.

Cet échantillon et celui qui précède présentent une singulière disposition de cassure; ils sont tabulaires, épais de 2 à 3 centimètres, et les deux surfaces opposées sont plissées par des angles très-vifs qui entament les feuillets superficiels, et qui se retrouvent dans un parallélisme exact à la surface opposée.

286. Quartz blanc micacé.

En filons dans les phyllades.

287. Grès quartzeux un peu phylladifère, à grains fins, noirâtre.
En blocs dans un ravin.

288 et 289. Poudingue à fragments phtanitiques, quartzeux et phylladiens, empâtés dans un ciment calcaire brunâtre.
En couches horizontales sur les tranches des phyllades; dans le fond d'un ravin, à 18 mètres au-dessus du niveau de la mer.

290. Grès quartzeux calcarifère empâtant des débris de roches phylladiennes et contenant des débris coquilliers.
Forme une assise horizontale d'environ 3 mètres de puissance sur la tranche des phyllades, au bord de la mer, à 20 mètres au-dessus de son niveau, à l'O. de la Silla.

291. Phyllade noirâtre et rougeâtre altéré et passant à l'état d'argile phylladienne.
En couches dirigées du N. au S., inclinées dans l'O. d'environ 80°, dont les tranches se terminent à 8 mètres au-dessus du niveau de la mer et forment une falaise au bord de la mer, dans le N. O. de Payta, à 50 mètres de la ville.

292. Phyllade noir verdâtre un peu altéré.
Même gisement.

293. Conglomérat d'argile phylladienne, bigarrée de rouge et de blanc, avec fragments de phyllade vert et veines de gypse blanc.

En petites couches horizontales sur les tranches du phyllade précédent. Sur cette couche repose une assise d'argile endurcie, coquillière, analogue au n° 299.

294. Grès quartzeux phylladifère, gris verdâtre, écailleux, avec veines de quartz blanc.

En couches subordonnées dans le phyllade n° 295, qui forme la masse principale d'une falaise située à 1500 mètres dans le N. O. de Payta.

295. Phyllade vert noirâtre endurci par un ciment quartzeux.

En couches verticales près du bord de la mer.

296. Argile phylladienne rougeâtre, endurcie, avec veines de gypse fibreux, remplissant une très-grande *huître* dont le test est en partie décomposé.

Forme une couche mince sur la tranche des phyllades.

297. *Natice* fossile.

Dans l'argile n° 299.

298. Grès quartzeux, à grains fins, argilifère, ferrugineux et micacé, d'un brun violâtre, avec marne rou-

geâtre contenant quelques graviers quartzeux disséminés.

En rognons dans l'argile n° 299.

299. Argile arénifère et calcarifère, rougeâtre et blanchâtre, empâtant de petits galets de quartz blanc.

Forme une assise horizontale de 10 mètres d'épaisseur sur l'argile phylladienne.

300. Même roche un peu endurcie, schistoïde.

Même gisement.

300 *bis*. Même roche, endurcie en certaines parties, rougeâtre et jaune d'ocre, très-ferrugineuse, avec veines entre-croisées de gypse blanc fibreux.

Même gisement.

301. Argile (1) jaune d'ocre et rouge, avec gypse gris compacte et veines entre-croisées de gypse fibreux.

Même gisement.

302. Même roche jaune verdâtre, avec rognons de gypse.

Même gisement.

(1) Fait partie de la collection des terrains au Muséum. Période palæothérienne — étage des faluns — type patagonien — terrains ou couches d'argile gypsifère.

303. Marne endurcie, grisâtre, coquillière, avec huîtres fossiles.

En rognons dans les argiles.

304. Vertèbre de poisson minéralisée en calcaire blanc.

Dans les argiles n° 299.

305. Masse sphéroïdale aplatie de calcaire blanc, paraissant être un moule de coquille.

Des masses analogues sont disséminées à différentes hauteurs dans les argiles gypsifères.

306. Moule de *pholadomie* formé de marne jaunâtre avec petites veines entre-croisées de gypse blanc fibreux.

Dans les argiles.

307. *Pholadomie* dont le test est minéralisé par du gypse fibreux et dont l'intérieur est rempli de marne jaunâtre arénifère et ferrifère, contenant des veines de gypse.

308. Moule de *pholadomie*.

Dans les argiles.

309. Argile rougeâtre gypsifère formant le moule d'une *pholadomie*.

Dans les argiles.

310. *Natice* d'espèce indéterminable.

311. Turritelle d'espèce indéterminable.
Dans les argiles.

312. Argile arénifère et gypsifère en masses cylindriques, coupées par des veines de gypse blanc parallèles et équidistantes, faisant, avec l'axe du cylindre, un angle d'environ 60°.
Analogue aux n°s 260, 261, 262.

313. Conglomérat coquillier fortement lié par un ciment calcaire, avec galets de quartz blanc.

313 *bis*. Même roche, avec une grande valve de *peigne*.

314. Grès quartzeux argilifère micacé, jaunâtre, percé de cavités cylindriques qui ont contenu des masses tubulaires.

315. Masses tubulaires de grès quartzeux argilifère micacé, rougeâtre, très-ferrifère.

316. Carbonate de fer argilifère, formant un grand rognon ellipsoïdal, avec cavité de même forme.
Au bord de la mer.

317. Hydrate de fer avec fer oligiste terreux rouge, arénifère et argilifère, percé très-profondément par des coquilles perforantes du genre *saxicave*.
Au bord de la mer.

318. Même roche, plus argileuse, sans coquilles.

Même gisement.

319. Argile salifère jaunâtre, fortement endurcie au centre, friable à la surface, recouverte de nombreuses efflorescences salines.

Au sommet du Cerro de la Capuyana, dans le S. E. d'Amotapé, village situé à 7 lieues au N. E. de Payta.

320. Gypse fibreux blanc en lits de 2 à 3 centimètres d'épaisseur.

Dans l'argile précédente.

321. Sable argilifère très-fin, agglutiné, en forme cylindrique, recouvert d'efflorescences salines.

Recueilli par M. Gaudichaud dans un tombeau d'Amotapé.

322. Quartz hyalin d'un blanc grisâtre, avec pyrite aurifère disséminée.

Roche de filon de l'intérieur du Pérou.

323. Marne argileuse, avec moule et empreintes nombreuses de coquilles des genres *turritelles*, *peignes*, *volutes*, *corbules*, *natices*.

Des environs de Payta.

324. Calcaire grisâtre coquillier, avec fragments de

bois minéralisé en calcaire spathique.

Des environs de Payta.

325. Conglomérat coquillier.

Des environs de Payta.

326. Trachyte (1) à pâte grossière de feldspath grisâtre, contenant des cristaux disséminés de feldspath blanc et de pyroxène noir, avec infiltrations de matièrezéolitique blanche.

Au bord de la mer, en gros blocs isolés, recouverts de balanes.

En outre, une trentaine de moules ou empreintes appartenant aux genres *pétoncles*, *lucines*, *balanes*, *olives*, *peignes*, *pyrules*, *vénus*, *sanguinolaires*, *turritelles*.

(1) *Trachyte*, R. de la famille des roches feldspathiques, section des leucostiniques, formée d'une pâte grossière et compacte de feldspath et de 5 à 9 p. °/₀ de pyroxène, mica ou fer titané, contenant presque toujours des cristaux disséminés de feldspath.

Cette roche d'éruption a paru à la fin de la période crétacée, s'est répandue sur les terrains de cette époque, alterne avec ceux de la période palæothérienne et se forme encore actuellement.

CHAPITRE VII.

Traversée de Payta au golfe de Guayaquil. — Aspect de la côte. — Rapport entre l'activité de la végétation et la nature géologique du sol.—Alluvions du Guayaquil.—Chimborazo.—Observations géologiques faites à l'île de Puna. — Roches de Guayaquil. — Observations météorologiques faites au mouillage. — Coup d'œil rétrospectif sur la nature et l'âge des roches observées sur les côtes de l'Amérique méridionale. — Rio-Janeiro. — Ile Sainte-Catherine. — Rio-Grande. — Rio de la Plata. — Patagonie et détroit de Magellan. — Iles au S. du continent américain. — Baie de la Conception. — Valparaiso. — Cobija. — Lima. — Payta. — Rareté des pluies sur la côte du Pérou. — Description et gisement des roches du golfe de Guayaquil. — Description de quelques minéraux de l'Amérique méridionale.

En butte à des brises contraires, *la Bonite* mit cinq jours pour se rendre de Payta au mouillage près le village de Puna, à la partie orientale de l'île de ce nom, située dans le golfe de Guayaquil. Les courants, qui pendant le premier jour de la traversée nous avaient poussés de près de 3 lieues dans le nord, changèrent de direction aussitôt que nous fûmes à l'ouverture du

golfe, et nous portèrent au S. O. avec assez de rapidité. Les températures s'accrurent rapidement, et varièrent pour l'air entre 18°,4 et 22°,8, le maximum ayant été de 27°,0, et le minimum de 16°,3. Les moyennes de celles de la mer furent entre 16°,8 et 23°,0, le maximum ayant été de 24°,9 et le minimum de 15°,4. Les deux minima de température de l'air et de l'eau eurent lieu le premier jour de la traversée avant que nous fussions entrés dans les eaux du fleuve de Guayaquil, dont la température est de 3 à 4 degrés plus élevée que celle de l'Océan.

Jusqu'à la pointe de los Picos, la côte présente toujours le même aspect que celle de Payta; ce sont des falaises nues et sans végétation; mais à partir de cette pointe, qui est précisément la limite entre la république du Pérou et celle de l'Équateur, le sol se couvre de végétaux arborescents, et sur l'île de Puna et les côtes voisines du continent, la végétation est aussi riche, aussi active que dans les environs de Rio-Janeiro.

Une exploration rationnelle de la constitution géologique du sol expliquerait, je crois, ce phénomène, qui peut-être doit être attribué à ce que le sol fondamental, dont les couches supérieures sont à Payta formées de roches perméables, est plus au nord composé des mêmes couches, mais que ces couches sont recouvertes d'assises marneuses et argileuses qui, en retenant les eaux pluviales, donnent au sol une fertilité dont les provinces du Pérou sont privées. Si la superposition de ces couches sur le grès filtrant et le

calcaire celluleux est réellement la raison du développement de la végétation, on reconnaîtrait là un fait analogue à ce que l'on remarque en France, dans les provinces de Champagne et de Picardie. Le sol de l'une et de l'autre appartient aux assises supérieures de la période crétacée; mais en Champagne la couche mince de terre végétale repose immédiatement sur la craie, qui absorbe l'humidité, tandis qu'en Picardie elle en est séparée par une couche peu épaisse, imperméable, dont la présence suffit pour donner au sol de cette province une fertilité inconnue dans la première.

Puisque je viens d'être amené à cette remarque, je me permettrai d'en ajouter une autre qui n'est pas nouvelle, mais dont l'importance est telle, qu'elle pourra trouver place ici.

Quoique les connaissances géologiques soient d'une date bien récente, l'influence des divers terrains sur les mœurs et les habitudes des habitants a toujours été telle, que soit à cause des différences de culture, soit à cause des différences de relief et d'aspect du sol, la plupart des anciennes divisions de provinces ou de pays répondaient à des différences dans la constitution de celui-ci. La Beauce, la Brie, la Sologne et tant d'autres, en sont en France des exemples nombreux, et en Amérique nous retrouvons un fait du même genre, puisque nous voyons la ligne de démarcation entre les deux républiques du Pérou et de l'Équateur, correspondre précisément à une différence géologique remarquable.

Les vents contraires et les courants nous ayant

forcés de mouiller dans le golfe, j'ai pu recueillir sur les ancres deux échantillons des alluvions déposées actuellement par le Guayaquil. Ce sont une argile arénifère verdâtre et un sable argilifère extrêmement micacé. Le mica, en paillettes d'un beau jaune, y était si abondant, que les matelots qui l'avaient recueilli sur les pattes de l'ancre me l'apportèrent en me disant que le fleuve charriait de l'or, et ils ne furent pas les seuls à partager cette erreur, qui ne fut détruite qu'après lavage et expérience concluante.

De ce mouillage, nous avions en vue la masse énorme du Chimborazo, qui longtemps passa pour le géant des Andes, mais qui n'est plus qu'au second rang, depuis que M. Pentland a mesuré le Nevado de Sorata, qui atteint la hauteur de 7696 mètres. Le Chimborazo n'a que 6530 mètres, et est presque entièrement couvert de neige, malgré sa position presque sous l'équateur.

Le 5 août, nous mouillâmes à la partie N. E. de l'île Puna, près du village de même nom. Cette île est basse, couverte, comme je l'ai déjà dit, de la plus luxuriante végétation, et le sol de la partie que j'en ai vue paraît être du même âge que celui de Payta. Au S. O., à l'autre extrémité de l'île, on voit s'élever une montagne à sommets arrondis nommée *la Mala*, dont je n'ai pas pu aller observer la composition, mais qui probablement m'aurait présenté des roches anciennes, soit de la période primitive, soit de la période phylladienne.

La partie de la côte que j'ai vue, s'étend du village

à la pointe Mendiga, éloignée d'environ un mille dans l'est. C'est une plage basse, qui forme une bande étroite entre la mer et une falaise dont la hauteur varie de 3 à 5 mètres. Sur la plage est un sable quartzeux coquillier, sur lequel, en plusieurs points, sont des amas d'un sable noir, presque entièrement formé de titanate de fer, dont la présence indique le voisinage de produits volcaniques. En quelques parties du rivage, on trouve un conglomérat coquillier à grandes huîtres, que je crois de formation toute récente, et qui ressemble tout à fait à celui dont j'ai parlé dans le chapitre précédent.

La falaise qui prolonge cette côte est formée de deux couches distinctes. La couche inférieure est une marne arénifère, feuilletée à la partie supérieure, souvent percée de nids de larves et épaisse de 2 mètres; l'autre, une couche parallèle d'argile endurcie, d'une puissance de 1 à 3 mètres, sur laquelle repose la terre végétale. Dans ces deux couches, je n'ai point rencontré de fossiles, mais il est probable que des recherches suivies en feraient découvrir.

Quoique j'aie poussé assez loin mes explorations dans l'intérieur de l'île, je n'ai pu rencontrer nulle part une disposition du sol telle que l'on puisse y reconnaître sa composition intérieure; des forêts vierges, des marécages, voilà tout ce que l'on y rencontre. Là, comme à Payta, et comme dans toutes les parties des côtes de l'Amérique que j'ai vues, le sol tertiaire est en couches horizontales et la surface est plane. En
inant, j'ai acquis la conviction que depuis sa

formation, le sol n'avait été soumis à aucun bouleversement important.

A vingt lieues plus haut, sur le bord du fleuve, est la ville de Guayaquil, qui doit une partie de son importance aux forêts qui l'entourent, et qui fournissent pour l'exportation d'excellents bois de construction. Une colline qui s'élève près de la ville est formée à sa base d'une marnolite verdâtre quartzifère, dans laquelle se rencontrent des plaques de silex, et à sa partie supérieure d'un grès quartzeux polygénique à ciment calcaire.

Mon service ne me permit pas d'aller visiter ce point, et c'est à M. Fisquet que je dois les échantillons qui prouvent le prolongement en ce point du terrain palæothérien.

Il paraît certain que la même formation se retrouve aussi sur la rive droite du fleuve, car les habitants se servent pour filtrer l'eau, d'un grès que l'on exploite à la pointe de Sainte-Hélène, et qui est tout à fait semblable à celui dont on se sert à Payta pour le même usage.

Quoique Guayaquil soit situé à plus de 50 lieues du Cotopaxi, le volcan le plus élevé des Andes, M. de Humboldt entendit, en 1803, les mugissements de ce volcan, qui grondaient comme les éclats répétés d'une batterie.

Pendant le séjour que fit *la Bonite* au mouillage de l'île Puna, les observations météorologiques continuèrent. Les températures moyennes diurnes de l'air varièrent entre 23°,1 et 24°,7, le maximum ayant été de

31°,9 et le minimum de 20°,1. Celles de la mer furent entre 23°,2 et 24°,2, le maximum de 26°,8 et le minimum de 21°,8. Sur 210 observations faites tant au mouillage que dans la rivière, l'eau fut 130 fois plus chaude et 79 fois plus froide que l'air. Les vents furent variables entre le N. O. et le S. S. O.

Avant de quitter les côtes d'Amérique, il est peut-être à propos de récapituler en peu de lignes les faits principaux qui résultent de nos observations, en les rapprochant d'observations éparses dans les ouvrages de quelques voyageurs, et de jeter un coup d'œil sur la distribution des terrains dans cette partie du globe encore si imparfaitement connue sous ce rapport.

Dans ce rapide résumé, je me servirai, pour les lieux que je n'ai pas visités, des rares notes géologiques qu'on rencontre dans différents ouvrages sur l'Amérique méridionale, et surtout de celles qui entrent dans l'ouvrage de M. Huot, le savant continuateur de Malte-Brun, qui a introduit tant de faits importants dans la nouvelle édition qu'il vient de donner de son Précis de géographie.

A Rio-Janeiro, le grand étage des gneiss forme la charpente du sol, recouvert dans les vallées de couches diluviennes et alluviales, et d'un terreau provenant de la décomposition séculaire des végétaux. Dans les gneiss se montrent diverses roches en enclaves; ce sont des pegmatites, des diorites compactes et des roches de mica.

L'île Sainte-Catherine et la côte adjacente du conti-

nent que j'ai visitée en 1831, présentent des roches du même âge avec des enclaves granitiques.

Dans le voisinage de Rio-Grande, on rencontre des métaxites qui paraissent appartenir aux étages les plus récents de la période palæothérienne, et qui ressemblent tout à fait à celles que j'ai recueillies dans les environs de Pondichéry, et dont il sera fait mention dans un des chapitres suivants. On a dit y avoir aussi trouvé de la houille, mais il est possible que ce ne soient que des lignites, que l'on a si souvent confondus avec ce précieux combustible.

Le sol de la rive gauche de la Plata, que j'ai eu occasion de voir depuis le cap Sainte-Marie jusqu'à la Colonia del Sacramento, appartient au grand étage des gneiss; mais d'après la nature des gneiss, des couches qui lui sont subordonnées, et surtout à cause de la présence des micacites au sommet du Cerro, sa formation doit, à mon sens, être considérée comme appartenant aux couches les plus supérieures de ce grand étage. L'étage supérieur y serait même représenté par quelques lambeaux que je n'ai pas suffisamment étudiés.

Ces gneiss seraient donc plus anciennement consolidés que ceux de Rio-Janeiro; car pendant la période primordiale, l'âge des couches ou l'époque de leur consolidation est en ordre inverse de leur superposition, les talcites phylladiformes, dernières assises de cette période, ayant formé la première croûte solide de l'écorce du globe.

De l'autre côté de Rio de la Plata se montre un ter-

rain bien plus récent, qui s'étend dans les pampas de Buénos-Ayres. Les couches inférieures, formées de grès quartzeux ferrifères, de sable, d'argiles gypseuses, paraissent appartenir à l'étage des faluns de la période palæothérienne, et supportent une couche diluvienne dans laquelle on a trouvé des ossements de mégathérium et des carapaces de tatous de grande dimension.

On n'a que bien peu de notions sur la composition géognostique des côtes de Patagonie, mais il paraît certain que plusieurs périodes y ont laissé leurs dépôts.

A l'entrée du détroit de Magellan dominent les diorites et les granites, vers le milieu, les schistes argileux, et près du port Désiré, des calcaires talcifères et des bancs d'huitres fossiles.

Les îles au sud de la Patagonie sont, à ce qu'il paraît, primordiales ou volcaniques. Les îles Shetland appartiennent à ce dernier ordre de choses et sont complétement basaltiques, mais sur leurs plages on trouve fréquemment des blocs énormes de granite et de pegmatite, semblables aux roches qui constituent le sol des terres nouvellement découvertes dans le voisinage du pôle austral. Ces blocs ont probablement été transportés et disposés par les glaces errantes.

Toute la partie de la côte d'Amérique qui se trouve à l'ouest des Andes paraît formée de roches anciennes, dans les vallées desquelles se seraient déposées des roches analogues à celles des pampas, et appartenant à la même époque. Près de la baie de la Con-

ception, et en beaucoup d'autres points, sont des amas de coquilles, regardées par quelques-uns comme une preuve de soulèvement récent, mais que je considère comme antérieurs au cataclysme diluvien.

Les terrains des périodes salino-magnésiennes et crétacées, qui en Europe sont développés sur une si grande échelle, ne se rencontrent que rarement dans l'Amérique méridionale, et leur étude n'a pas été faite encore d'une manière satisfaisante. Les *ammonites* et les *bélemnites*, qui caractérisent les dépôts de la première de ces deux périodes dans l'ancien continent, n'ont point été trouvées, et il faudrait des recherches plus complètes que celles qui ont été faites jusqu'à ce jour pour établir d'une manière positive quelle est la nature géognostique des terrains synchroniques de l'intérieur de l'Amérique méridionale.

Dans le voisinage de Valparaiso, les couches de diorite stratiforme appartiendraient au grand étage des gneiss; mais plus à l'est, et en s'élevant sur le revers des Andes, on reconnaît les terrains de micacite et de talcites phylladiformes.

Il est assez difficile de déterminer l'âge relatif des diverses roches que l'on trouve à Cobija, où la configuration extérieure du sol ne permet d'en reconnaître en place qu'un petit nombre. Les diorites compactes, les gneiss, les leptynites appartiennent probablement au grand étage des gneiss, les pegmatites stratiformes, les syénites et les talcites à celui des talcites phylladiformes, ces deux systèmes étant coupés par

des dykes nombreux de roches de filons métallifères et de produits basaltiques de différents âges. Quant au grès calcarifère coquillier, qui gît en couches horizontales au bord de la mer, il appartient évidemment aux terrains palæothériens les plus récents, et probablement à l'étage des faluns.

Dans les environs de Lima et sur l'île San-Lorenzo, les dépôts de l'âge des talcites phylladiformes sont représentés par des protogynes et des pétrosilex talcifères; ceux de la période phylladienne, par des phyllades, des lydiennes, des phtanites et des grès phylladifères.

Quant aux métaxites, aux argiles surchargées de gypse et de sel marin qui se rencontreut sur l'île San-Lorenzo au-dessus des dépôts phylladiens, il est difficile de leur assigner un âge différent de celui de ces roches sur lesquelles elles reposent en stratification concordante, quoiqu'elles présentent de grandes différences minéralogiques; mais il n'y a là ni fossiles, ni *horizon géologique* qui puisse servir de guide à une autre opinion. La période palæothérienne serait représentée par les argiles arénifères, qui forment le sol de la plaine, s'étendant du Callao à Lima, et peut-être par les dépôts de sables coquilliers de l'île San-Lorenzo.

Quoique la roche qui forme dans les environs de Payta la charpente du sol, doive certainement être rapportée au grand étage phylladique de la période phylladienne, il est bon de remarquer qu'il y a une grande différence entre les phyllades de ce lieu et ceux

de San-Lorenzo, qui sont en couches minces, faiblement inclinées, et interrompues par une grande quantité de roches subordonnées. Ceux de Payta sont au contraire d'une grande puissance, redressés presque verticalement, et contiennent très-peu de roches subordonnées. La formation de ceux-ci est probablement antérieure, et leur redressement s'est fait par des causes plus énergiques que celles qui ont agi sur les produits de la même époque dans la partie méridionale du Pérou.

Le puissant terrain coquillier qui s'étend sur les tranches de ce phyllade appartient à l'étage des faluns, auquel nous rapportons aussi les dépôts argileux et marneux des rives du Guayaquil.

J'ai combattu à plusieurs reprises une opinion qui m'a paru erronée, celle du soulèvement récent de la côte du Chili, et je vais encore sur un autre point me trouver en opposition avec la plupart des voyageurs qui ont écrit sur les pays qui nous occupent.

Je veux parler de la rareté des pluies sur la côte d'Amérique, à propos de laquelle on a été jusqu'à dire que depuis les temps historiques les plus reculés, il n'est pas tombé une seule goutte d'eau à Cobija, ni sur les côtes du Chili et du Pérou, entre Copiapo et Payta.

La Bonite est restée 35 jours, du 26 juin au 1er août 1836, dans les parages indiqués, et il a été tenu, heure par heure, un journal des circonstances atmosphériques. Ces observations, que l'on trouvera dans la partie physique du voyage que nous achevons

de publier, M. Darondeau et moi, peuvent se résumer ainsi. Dans cet intervalle de temps, il a plu huit fois, et le nombre total des heures de pluie a été de 30.

La durée de notre séjour a-t-elle été le moment d'une exception remarquable dans les phénomènes météorologiques? Je ne le pense pas, et je crois qu'il eût mieux valu dire que les fortes pluies sont rares, mais qu'elles sont compensées par des rosées abondantes, et de véritables pluies fines, qui fourniraient au sol toute l'humidité nécessaire pour alimenter une puissante végétation, si la nature même de ce sol ne s'opposait pas à son développement.

J'ai reçu, pendant nos diverses relâches, de plusieurs personnes, et notamment de M. de Mendeville, consul général à Quito, de M. de Cazotte, consul à Valparaiso, et de M. Lamartini, négociant dans cette ville, un assez bon nombre de minéraux, parmi lesquels il s'en trouve de remarquables. Ces minéraux ont éte remis par moi à M. le professeur Brongniard, et figurent actuellement dans les galeries du Muséum. Leur description eût interrompu inutilement les notions géologiques, car leur gisement ne m'est qu'imparfaitement connu, et j'ai préféré les réunir tous dans une même liste, que l'on trouvera à la fin de ce chapitre.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DU GOLFE DE GUAYAQUIL.

---

327. Argile arénifère verdâtre, avec débris de coquilles.

Rapportée par une ancre mouillée par 25 mètres dans le golfe de Guayaquil.

328. Sable argilifère verdâtre, très-micacé, mêlé d'une petite quantité de fer titané en petits grains.

Rapporté par une ancre mouillée dans le fleuve par 9 mètres.

329. Sable quartzeux coquillier très-fin, avec fer titané.

Sur la plage au S. E. du village de Puna.

330. Sable noir, formé presque entièrement de fer titané, avec grains quartzeux, pyroxéniques et péridotiques.

En petits amas sur le sable de la plage.

331. Conglomérat coquillier (*huîtres*), à ciment de marne verte arénifère fortement endurcie.

Sur la plage.



331 *bis*. Même roche à ciment verdâtre et rougeâtre.
Même gisement.

332. Poudingue formé de galets de phtanite noir, de phyllade vert, de quartz blanc et rouge, et de basanite noir, réunis par un ciment calcaire grisâtre.
Sur la plage.

333. Argile jaunâtre, ferrugineuse, avec veines d'hydrate de fer noirâtre, formant des dendrites dans toutes les parties de la roche.
Même gisement.

333 *bis*. Même roche, plus ferrugineuse.
Même gisement.

334. Porphyre dioritique à pâte verdâtre et très-petits cristaux de feldspath blanc.
En fragments anguleux sur la plage.

335. Silex brun en rognons dans une marne grise.
Même gisement.

336. Argilite quartzifère, d'un gris jaunâtre, avec plaques et veines de quartz blanc.
Même gisement.

337. Marnolite avec coquilles microscopiques, en rognons fortement endurcis au centre, et friables à la circonférence, zonée de gris, de jaune et de rouge.
Même gisement.

338. Marne arénifère jaunâtre, à grains très-fins.

En couches horizontales d'un mètre de puissance à la partie inférieure de la falaise qui borde la côte.

339 et 340. Même roche, contenant moins de sable, avec nids de larves.

Même gisement.

341. Marne arénifère d'un gris jaunâtre, schistoïde.

En couches horizontales épaisses d'un mètre, au-dessus de la marne jaune n° 338.

342. Marne d'un gris jaunâtre, avec veines de sable quartzeux argilifère.

Même gisement.

343. Argile légèrement endurcie, d'un blanc jaunâtre.

En couches supérieures à celles de marne arénifère, épaisses de 2 mètres.

344 et 345. Même roche arénifère.

Même gisement.

346. Même roche, avec graviers de quartz et de phtanite.

Même gisement.

347. Argile arénifère jaunâtre, contenant quelques petits grains de fer titané, et mélangée de terreau végétal.



Repose sur les couches précédentes et constitue le sol végétal.

348. Pegmatite commune, amphibolifère, formée de grains moyens de feldspath vitreux blanc rosâtre, pour les $\frac{2}{3}$ environ, de quartz hyalin pour $\frac{2}{9}$, et d'amphibole noire pour $\frac{1}{9}$. Dans certaines parties, le feldspath passe à l'état de kaolin.

En fragments anguleux sur la plage.

349. Marnolite verdâtre et rougeâtre, avec veinules de quartz blanc grenu.

En couches horizontales à la base d'une colline située derrière la ville de Guayaquil.

350. Silex imprégné de marne, formé de plaques épaisses d'environ 4 centimètres, noirâtres au centre, passant au jaune grisâtre vers les surfaces naturelles.

En couches subordonnées dans les marnolites.

351. Grès quartzeux polygénique, argilifère, contenant des parties quartzeuses, serpentineuses et phylladiennes, réunies par un ciment calcaire abondant, jaunâtre et grisâtre.

En couches supérieures à la marnolite.

MINÉRAUX DE L'AMÉRIQUE MÉRIDIONALE.

Ziguéline (*cuivre oxydulé*) compacte, rouge, avec malachite (*cuivre carbonaté vert*) fibreuse; dans une gangue de quartz hyalin cristallisé en prismes.

Des mines de Huasco.

Discrase (*argent antimonial*) compacte et testacé d'un blanc d'argent.

Des mines de Huasco.

Kérargyre (*argent muriaté*) en masses, d'un gris de perle, susceptibles d'être coupées.

Des mines de Santa-Rosa, près Tampaca (Pérou).

Argent natif ramuleux, engagé dans une barytine en filons dans un calcaire compacte noir.

Des mines de Huasco.

Chalkopyrite (*cuivre pyriteux*) jaune, en veines dans un quartz hyalin grisâtre.

De Callao, à 27 lieues à l'E. N. E. de Valparaiso.

Malachite (*cuivre carbonaté vert*) en masses mamelonnées et fibreuses, à éclat soyeux.

Des mines de Huasco.

Cuivre natif ramuleux, d'un rouge jaunâtre.

Des mines de Huasco.

Malachite concrétionnée avec cuivre natif, sur une gangue de quartz hyalin blanc.

Des mines de Huasco.

Fer oligiste écailleux, sur une malachite terreuse.

Des environs de Cobija.

Panabase (*cuivre gris*) à texture massive, avec quelques cristaux tétraédriques.

Du Chili.

Leberkise (*pyrite magnétique*) compacte sur un micacite.

Du Pérou.

Proustite (*argent antimonié sulfuré*) en petites veines rouges, dans un talcite phylladiforme.

D'une mine abandonnée dans le voisinage de Valparaiso.

Même substance dans un calcaire primordial.

Même gisement.

Malachite sur quartz hyalin cristallisé.

En filon dans les talcites de Cobija.

Chalkopyrite jaune incrustée de philipsite (*cuivre pyriteux panaché*) d'un brun rougeâtre.

Même gisement.

Azurite (*cuivre carbonaté bleu*) avec malachite.
Même gisement.

Zigueline en cristaux octaédriques et émarginés.
De Cobija.

Fer oligiste en masses laminaires et lenticulaires.
De Cobija.

Atakamite (*cuivre muriaté*) aciculaire et gypse blanc.
D'un filon des environs de Cobija.

Psaturose (*argent antimonié sulfuré noir*), fragile et même pulvérulent.
Du Cerro de Pasco (Bolivie).

Argent natif d'un blanc métalloïde, à texture lamellaire, sur une serpentine.
Du Pérou.

Chalkopyrite en beaux cristaux tétraédriques d'un jaune d'or.
De Copiapo.

Atakamite d'un vert pâle pulvérulent.
Du Pérou.

Argent natif ramuleux dans une serpentine.
Du Pérou.

Pyrite (*fer sulfuré*), en petits cristaux cubiques dans un quartz blanc.



Du Chili.

Chalkosine (*cuivre sulfuré*) avec malachite, limonite (*fer hydraté*) et quartz pétris ensemble.

Du Chili.

Chalkopyrite, chalkosine, malachite et chrysocolle (*cuivre hydraté siliceux*), pétris ensemble.

D'un filon près Cobija.

Malachite d'un beau vert, sur une gangue de schiste argileux.

Du Chili.

Panabase d'un gris d'acier, à texture compacte.

Du Chili.

Leberkise d'un jaune brunâtre, laminaire.

Du Chili.

Même substance sur une gangue quartzeuse.

Du Chili.

Aphérèse (*cuivre phosphaté*), en cristaux octaédriques et en masses pulvérulentes, dans une gangue ferrugineuse.

Du Pérou.

Chalkosine amorphe, mêlée de limonite terreuse.

Du Pérou.

Liévrite (*fer calcaréo-siliceux*) brunâtre, aciculaire, radiée, avec limonite terreuse.

Du Pérou.

Fer-aimant (*fer oxydulé*) compacte et nodulaire.

Du Pérou.

Fer oligiste écailleux, mêlé de malachite.

De Cobija.

Or natif granuliforme, en petits grains répandus dans une masse quartzeuse.

Du Pérou.

Nigrine (*titane oxydé ferrifère*) en cristaux de formes indéterminables, dans une wacke.

Du Chili.

Mispickel (*fer arsenical*), d'un blanc livide, à cassure granuleuse.

Du Chili.

Sperkise (*fer sulfuré blanc*), dans une gangue quartzeuse.

De Bolivie.

Chrysocolle (*cuivre hydraté siliceux*) d'un vert bleuâtre, massif, à cassure conchoïdale.

Des environs de Cobija.

CHAPITRE VIII.

Traversée du golfe de Guayaquil aux îles Hawaï. — Zone des vents variables. — Zones des vents alizés. — Observations diverses faites dans cette partie du grand Océan. — Mouillage à Kearakekoua. — Configuration générale des îles Hawaï, Mowi, Ranaï, Tahurawe, Morokaï et Oahou. — Bande de récifs au N. O. du groupe des îles Hawaï. — Description de la baie de Kearakekoua, et désignation des roches principales de l'île. — Baie de Kairua. — Opinion sur la présence de roches granitiques à Hawaï. — Mouna-Roa. — Mouna-Kaa. — Mouna-Hararaï. — Volcans brûlants de l'île d'Hawaï. — Traditions et superstitions des naturels dans leurs rapports avec les phénomènes géologiques. — Départ pour Oahou. — Port d'Honoloulou. — Diamond's hill. — Devil's punch bowl. — Vallée de Anuanu. — Irrigation des champs de taro. — Le Pari. — Roches volcaniques d'Oahou. — Conglomérats madréporiques anciens dans le voisinage d'Honoloulou. — Opinion sur l'âge de ces conglomérats. — Influence de la nature du sol sur les observations magnétiques. — Observations thermométriques faites aux différents mouillages. — Description et gisement des roches des îles Hawaï.

Ce ne fut qu'après avoir franchi 820 lieues à partir de l'embouchure du Guayaquil, dans la direction du N. O., et à la distance de 220 lieues de la côte d'Amérique, par 119° de longitude O. et 17° de latitude N., que *la Bonite* rencontra les vents alizés. Aussi nous di-

viserons en deux parties, le résumé des observations diverses faites pendant cette longue traversée, qui dura en tout 49 jours; la première comprenant l'intervalle écoulé du 14 août, jour où nous débouquâmes du fleuve, jusqu'au 13 septembre, où nous trouvâmes les vents alizés; la seconde, du 13 septembre au 1er octobre, jour où nous mouillâmes dans la baie de Kearakekoua.

Dans cette première zone, nous trouvâmes les vents tout à fait variables, tantôt bonne brise, tantôt presque calme, mais généralement du S. S. E. au O. N. O.

Les courants nous portèrent assez régulièrement vers le N., et le résultat final fut de 66 lieues en 30 jours; mais nous fûmes poussés tantôt à l'E., tantôt à l'O., suivant la direction du vent, de sorte qu'après cet intervalle de temps, la différence ne fut, en somme, que de 5 lieues à l'O. On peut donc, de ce résultat, conclure qu'au delà et près de l'équateur, le grand courant qui longe les côtes de l'Amérique méridionale continue à se faire sentir et que sa direction est à peu près Nord.

Les températures moyennes diurnes de l'air varièrent, dans cette période, entre 20°,0 et 27°,7, la température maximum ayant été de 32°,4 et le minimum de 19,°0.

Celles de la mer furent entre 21°,0 et 27,°7, le maximum ayant été de 28°,7 et le minimum de 19°,8. Sur 741 observations, la mer fut 482 fois plus chaude et 242 fois plus froide que l'air.

Le 13 septembre, nous commençâmes à ressentir

les vents alizés qui nous conduisirent rapidement vers l'O.; les courants changèrent alors de direction, et nous portèrent en 17 jours de 24 lieues au S. et de 111 à l'O.

On a prétendu que dans l'Océan pacifique, au N. de l'équateur, les courants portaient à l'E., et on a, à l'appui de cette opinion, cité le fait d'un bâtiment japonais désemparé et trouvé près des côtes de Californie, 17 mois après avoir perdu ses mâts près du port d'Osaco, au Japon.

Quoi qu'il en soit de cette circonstance, il n'en est pas moins vrai que le résultat que nous déduisons de nos observations est positivement contraire à cette opinion étrange, qui aurait besoin, pour être accueillie, de faits plus explicites et mieux prouvés que celui que je viens de citer (1).

Les températures moyennes diurnes de l'air varièrent entre 23°,7 et 27°,9, le maximum ayant été de 30°,3 et le minimum de 21°,9. Celles de la mer furent entre 23°,3 et 26°,6, maximum 27°,7, et minimum 22°,7. Sur 408 observations, la mer fut 180 fois plus chaude et 212 fois plus froide que l'air. A l'approche des côtes des îles Hawaï, la température de

(1) On pourrait se rendre compte de ce fait, sans que pour l'expliquer il fût nécessaire de conclure que les courants par ces latitudes portent en sens inverse des vents alizés. Ce serait en supposant que le bâtiment dont il s'agit aurait été porté à l'Est par une latitude beaucoup plus élevée, et qu'ayant rencontré ensuite le courant polaire boréal, il aurait sous son influence été ramené dans la zone des vents alizés.

l'Océan ne diminua pas, comme cela était arrivé à nos autres relâches; elle augmenta, au contraire, d'une manière sensible. Cela tient probablement à ce que près de ces îles, le fond de l'Océan ne s'exhausse pas régulièrement, comme dans le voisinage des continents, et peut-être aussi à ce que sur les terrains volcaniques où l'écorce consolidée est moins épaisse, les eaux acquièrent une température supérieure, dont une partie est empruntée à la chaleur interne du globe.

Le 1er octobre, à 3 heures du soir, nous étions mouillés par 24 mètres, fond de sable et de coquilles brisées, dans la baie de Kearakekoua, près du village de Kowroa, à jamais célèbre par la mort du capitaine Cook.

Avant d'entrer dans les détails relatifs à la constitution du sol aux différents points que nous avons visités, je crois utile de donner quelques renseignements sur la géographie physique de ce groupe, si intéressant par sa position entre les deux continents, et dont l'existence a été révélée au monde par le grand navigateur qui y perdit la vie.

Les îles Hawaï ou Sandwich forment un groupe composé de huit îles principales et de quelques îlots, et s'étendent dans la direction de l'O. N. O. à l'E. S. E.

Hawaï, la plus considérable et la plus orientale, a environ 100 lieues géographiques de circonférence; sa forme est à peu près celle d'un triangle rectangle dont l'hypoténuse serait dirigée du N. au S. et les deux côtés nord-est et sud-est.

Les montagnes qui forment le centre de l'île laissent

entre elles et la mer une zone plus ou moins large, dans laquelle se trouvent des districts fertiles et habités, tandis que le plateau triangulaire intérieur est inculte et montre presque partout à nu une lave noire qui se couvre en quelques points d'une maigre végétation.

Vue de la mer à une certaine distance, Hawaï se dessine en lignes qui s'élèvent progressivement à des hauteurs considérables, mais d'une manière continue, et en accusant des formes régulières. Le Mouna-Roa, à son sommet le plus élevé, atteint 4,800 mètres, et le Mouna-Kaa n'est guère moins haut. Le premier domine la partie S. de l'île, et, vers le N., les sommets s'abaissent graduellement, tout en conservant encore une hauteur considérable.

Mowi, qui est séparé d'Hawaï par un canal d'environ 8 lieues, n'a guère que 50 lieues de tour et se divise en deux parties bien distinctes : celle du S. E., la plus voisine d'Hawaï, est montagneuse et est dominée par un pic dont la hauteur, d'après le capitaine Kotzebue, atteindrait 3,300 mètres; la partie du N. O., qui est séparée de la première par un isthme, est moins élevée, couverte d'une belle végétation, et on y trouve des ravins nombreux où l'accumulation de la terre végétale favorise la culture.

Ces deux parties sont toutes les deux de nature volcanique, mais on n'y rencontre plus de volcans en activité, et la partie du N. O. paraît avoir été démantelée depuis les dernières éruptions, dont on rencontre des traces en place dans celle du S. E.

Ranaï et Tahurawe ne sont séparés de Mowi que par d'étroits passages et appartiennent probablement au même système que les révolutions du globe auront brisé et désuni.

Morokaï est une île longue, étroite et irrégulière, qui s'étend dans la même direction et qui est traversée par une chaîne volcanique qui la partage en deux parties. Les montagnes sont encore moins élevées que celles de Mowi, et sont coupées par de profonds ravins dont les côtés sont couverts de végétation.

Au N. O. de Morokaï s'élève Oahou, la plus belle des îles Hawaï, partagée par une chaîne de montagnes qui suit la même direction, mais dont les sommets atteignent seulement 1,200 mètres.

Enfin, dans le N. O., les îles d'Atooï et de Mihau, toutes deux fertiles, populeuses et d'une hauteur moindre que Oahou.

Au delà de ces îles, et toujours dans la même direction, se trouve une suite considérable d'écueils, les uns sous-marins, les autres s'élevant un peu au-dessus du niveau de la mer, îlots ou écueils imparfaitement connus, soit volcaniques, soit madréporiques, qui rendent ces parages dangereux et en ont fait le théâtre de nombreux sinistres.

Cette zone s'étend à plus de 700 lieues dans le N. O. des îles Sandwich, et tous les jours on y découvre de nouveaux écueils, dont je ne peux citer ici que les principaux.

Ce sont les basses Françaises, récifs madréporiques, sur lesquelles les bâtiments de Lapérouse auraient

péri, si une manœuvre habilement exécutée ne leur avait fait parer ce danger; les îles Necker, Gardner, les Deux-Frères, l'île volcanique de Lysianski, dans le voisinage de laquelle sont deux récifs de corail situés, par rapport à elle, toujours dans cette même direction du N. O. et du S. E.

Enfin, Maro, Laysan, Philadelphie, Massachussets, les écueils sur lesquels échouèrent les deux navires baleiniers *Peal* et *Hermès*, les îles Crespo, Morrel, Patrocinio, et une foule d'autres qui ne sont pas nommées et qui rendent ces parages redoutables pour les baleiniers qui les fréquentent.

Si, comme on l'a dit, le groupe des îles Sandwich doit son origine à un soulèvement à peu près instantané dont le centre d'action aurait porté sur le point culminant du système, le Mouna-Roa, à partir duquel se prolonge une chaîne de montagnes de moins en moins hautes, on comprend difficilement comment une action si énergique s'est fait sentir seulement dans une des directions à partir du centre, tandis que, dans la direction précisément opposée, on n'en trouve aucune trace.

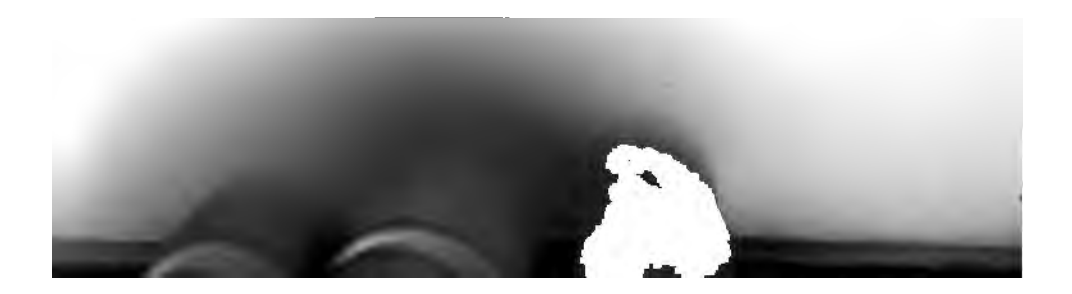
En effet, dans l'O. N. O. de l'île d'Hawaï, nous voyons un grand nombre de cimes volcaniques, et dans l'E. S. E., au contraire, il ne s'en montre aucune. Si du Mouna-Roa nous faisons partir deux lignes qui comprennent entre elles cette innombrable quantité d'écueils et qui indiquent les limites de cet énorme ement de l'écorce du globe, et si nous les prolon- rs le S. E., ces deux lignes iront rencontrer

la côte d'Amérique, l'une près de Payta, l'autre à la presqu'île de Chiloë, sans que l'énorme espace angulaire qu'elles renferment contienne d'îles ou d'écueils autres que celles de Juan-Fernandez et d'Ambroise, qui appartiennent à un système différent et qui sont à la distance de 1,500 à 1,800 lieues. Ce fait est remarquable et m'a semblé digne d'être mentionné.

Après ces observations sur la structure générale de ces îles, j'aborde la description particulière des deux îles principales du groupe, Hawaï et Oahou que nous avons visitées.

La baie de Kearakekoua, située sur la côte O. de l'île, est formée par deux pointes basses qui se prolongent assez avant dans la mer. Sur celle du N. est bâti le village de Kowroa, à partir duquel la côte s'infléchit à l'E. et au S. et présente une falaise à pic élevée d'environ 50 à 60 mètres. Cette falaise est entièrement formée d'un basalte noirâtre dans lequel on distingue des couches de matières scoriacées et incohérentes qui montrent que sa formation n'a pas eu lieu d'un seul jet, mais bien qu'elle est due à l'accumulation d'un grand nombre de coulées. A différentes hauteurs on remarque des taches rouges qui indiquent la présence de l'argile résultant de la décomposition du péridot, soit que cette décomposition ait eu lieu sur place, soit que les produits, devenus meubles, aient été entraînés et accumulés sur certains points.

Le fond de la baie est formé presque partout de sables madréporiques et de coraux, au-dessus desquels



saillent parfois des blocs de lave, surtout dans le voisinage des pointes basses, dont les directions indiquent celles des coulées.

Une comparaison attentive du plan que M. Darondeau et moi avons levé du mouillage avec celui qui se trouve dans l'atlas des Voyages du capitaine Cook nous a convaincus que, dans l'intervalle de 60 ans qui s'est écoulé entre les deux opérations, la profondeur de l'eau n'a pas changé, et que, par conséquent, le travail des animaux madréporiques n'a pas, pour l'empierrement des ports, tous les inconvénients que quelques voyageurs ont signalés.

Sur le rivage de la baie de Kearakekoua, je n'ai rencontré nulle part de traces de ces conglomérats madréporiques anciens qui sont si communs dans d'autres îles du même groupe, et que j'ai trouvés en place dans le voisinage d'Honoloulou. Aucun auteur n'a jusqu'à présent signalé l'existence de ces produits sur l'île d'Hawaï, et les chefs des naturels que j'ai questionnés à ce sujet m'ont assuré qu'il n'en existait pas.

Cette circonstance, jointe à celle de la présence de volcans brûlants sur Hawaï, à la forme particulière de l'île, dont l'aspect ne présente que très-peu de ces fractures que l'on remarque dans les îles situées dans le N. O., et à d'autres faits que je citerai à leur place, ne pourrait-elle pas permettre de supposer qu'Hawaï, la plus élevée et la plus considérable du groupe, a été formée à une époque moins reculée que les autres, et que l'action volcanique s'est propagée de l'O. N. O.

à l'E. S. E., en laissant s'éteindre, au fur et à mesure que de nouvelles issues se pratiquaient, les cheminées qui successivement avaient donné passage aux matières incandescentes?

Les roches principales que m'ont fournies les environs de Kearakekoua sont des laves anciennes, basalte ou péridotite, des scories recouvertes de matières zéolitiques, des frittes basaltiques, et des wackes endurcies, congénères de ces différentes roches. Quant à celles que j'ai pu me procurer et qui proviennent de l'intérieur de l'île, ce sont principalement des échantillons de cette singulière variété de gallinace filamenteuse que le volcan de Kirau-ea projette à de grandes distances, et que les naturels, qui personnifient les phénomènes volcaniques sous le nom de Pelé, déesse des volcans, appellent *cheveux de Pelé*, et des scories basaltiques, en forme de grappe, recueillies au volcan même de Kirau-ea.

Toutes les roches volcaniques que j'ai vues, soit dans mes courses dans l'île, soit dans la collection formée à Honoloulou par les soins des missionnaires, sont pyroxéniques, et je regarde comme certain que nulle part, sur ces îles, il n'existe de produits ni de pics trachytiques.

A quelque distance au S. de Kearakekoua, le chemin qui traverse les districts habités de Keavea à Kanhako passe sous une arche de lave formant une longue avenue large de 2 à 4 mètres et élevée de près de 20 : elle est formée par la chute d'une coulée provenant d'une éruption récente et qui s'est précipitée dans

la vallée du sommet d'une falaise composée tout entière de couches successives de laves anciennes avec leurs scories supérieures et inférieures. La lave récente est poreuse dans toute sa masse, et cela peut s'expliquer parfaitement, puisque, en tombant d'une hauteur considérable à l'état liquide, elle a dû se charger d'une grande quantité d'air. Cette arche, longue d'un demi-mille, est décrite en détail dans l'intéressant ouvrage de M. Ellis (1), qui donne sur la structure de l'île des détails fort curieux.

Après un assez court séjour à Kearakekoua, *la Bonite* se rendit devant Kairua, à quelques lieues plus au N.

La baie, telle qu'elle est aujourd'hui, a, dit-on, été formée par une des dernières éruptions du Mouna-Hararaï, dont une coulée forme une pointe avancée dans la mer. Près de là est une caverne remarquable, profonde de plus de 400 mètres, et dans laquelle se trouve un lac d'eau salée.

Dans les environs de Kairua on ne rencontre pas d'eau douce, et ce fait s'explique par la formation toute récente du sol superficiel, les nappes aquifères circulant plus difficilement dans les points où la décomposition séculaire n'a pu encore attaquer les couches scoriacées.

Le peu de durée de notre séjour à l'île a Hawaï ne m'ayant pas permis de m'éloigner des lieux de mouillage, je n'ai pu visiter aucun des points signalés à

(1) *Narrative of a tour through Hawaï.*

l'attention des voyageurs, mais je crois utile de donner ici quelques détails sur la constitution de l'île, tirés des observations faites par différents voyageurs. Je puise ces notions, soit dans les renseignements que j'ai recueillis sur les lieux, soit dans les ouvrages des capitaines Freycinet et Kotzebue, et dans les Mémoires des missionnaires américains.

L'île entière d'Hawaï est volcanique : M. Goodrich a cependant trouvé des fragments qu'il croit être de granite; mais il n'affirme pas ce fait, qu'aucune observation ultérieure n'est venue confirmer, et ne l'exprime que comme douteux. La roche prise pour un granite était probablement une mimosite qui, comme chacun sait, a une apparence granitoïde, mais est réellement une lave pyroxénique.

Les cimes principales de l'île sont le Mouna-Roa, le Mouna-Kaa et le Mouna-Hararaï, qui paraissent avoir été les trois centres principaux de l'action volcanique. Les deux premiers sont depuis longtemps éteints, mais le Mouna-Hararaï est encore en activité, et a eu sa dernière éruption en 1801.

La hauteur du Mouna-Roa est de 4,838 mètres; il est terminé par un dôme constamment couvert de neige; mais, du côté de l'E., on observe un cratère considérable non démantelé et situé au-dessous du point culminant. M. Douglas, qui le premier a réussi à parvenir au sommet, en janvier 1834, l'a trouvé couvert de 3 à 4 pieds de neige.

Quelques jours auparavant, le même observateur avait gravi le Mouna-Kaa et avait trouvé sa hauteur de

4,267 mètres, mais il n'y a point rencontré de cratère.

En admettant ces mesures comme exactes, et il est probable qu'elles le sont, car elles ont été déterminées par plusieurs voyageurs qui ont trouvé des résultats qui n'ont avec ceux que je viens de citer que des différences insignifiantes, on en conclura que l'île d'Hawaï est non-seulement l'île la plus élevée du globe au-dessus du niveau de la mer, mais encore que c'est le point où le relief de la surface de l'écorce consolidée est le plus fort.

En effet, si nous admettons que la profondeur moyenne de l'Océan soit de 3 kilomètres, et, de plus, que cette profondeur se rencontre à une petite distance de l'île, ce que les observations de température de la mer faites au voisinage de ces îles permettent de supposer, nous aurons une différence de près de 8,000 mètres entre la longueur de deux rayons du globe très-voisins l'un de l'autre.

Les pics élevés de la chaîne de l'Himalaya atteignent, il est vrai, une élévation au-dessus de la surface de la mer presque égale à cette différence, mais ils s'élèvent du plateau central de l'Asie, et ils sont à une grande distance de la dépression qui forme le fond du bassin de l'océan Indien.

Trois volcans brûlants existent sur cette île, et sont les seuls de tout le groupe : ce sont Mouna-Hararaï, Kirau-ea et Ponahohoa.

Mouna-Hararaï, situé à une petite distance de la côte occidentale, a eu sa dernière éruption au commencement de ce siècle; sa hauteur est de 3,374 mè-

tres. Plusieurs voyageurs ont tenté d'arriver au sommet, mais pas un n'a jusqu'à présent réussi. Quelques cratères d'où s'exhalent des vapeurs acido-sulfureuses sont sur le penchant de Mouna-Hararaï, et parmi eux plusieurs semblent éteints depuis longtemps, car ils se sont recouverts de végétation.

Le grand volcan de Kirau-ea est beaucoup plus connu et a souvent été décrit et dessiné; c'est une énorme solfatare de plus de 5 lieues de diamètre, dont les parois sont disposées en étages; le fond est parsemé d'un grand nombre de petits cônes qui laissent presque constamment échapper des vapeurs sulfureuses. M. Douglas y a vu un lac de lave en ébullition qui paraissait avoir un mouvement rapide vers le Sud.

A quelques milles au S. de Kirau-ea est la montagne de Tapuhana, où se montrent deux larges et profondes fissures d'où s'exhalent continuellement d'épaisses vapeurs; ce lieu est Ponahoha. Peut-être ces fissures sont-elles les soupiraux d'une énorme caverne dans laquelle se déverserait la lave de Kirau-ea dont M. Douglas a observé le mouvement?

Le volcan de Kirau-ea est, d'après les naturels, la demeure favorite de Pelé et des autres divinités volcaniques secondaires. Les bruits souterrains sont produits par les jeux de ces êtres terribles et par la musique de leurs danses. D'après les traditions, dans lesquelles quelques vérités se mêlent peut-être à de nombreuses erreurs, aux époques les plus reculées, Pelé vomissait au-dessus du volcan des torrents de lave qui inondaient les pays adjacents; mais après les rè-

gnes de quelques rois, Pelé quitta sa maison, vint s'ouvrir de nouvelles issues par des chemins souterrains, et châtia des populations qui n'avaient jamais eu à redouter ses terribles visites.

Pour conjurer le fléau et apaiser les divinités furieuses dont la colère s'annonce par des tremblements de terre, de sourds grondements de tonnerre et des éclairs vifs et rapides, les Hawaïens précipitaient cent bœufs morts ou vivants dans les cratères dont ils prévoyaient une éruption, et lorsque la lave s'était frayé un passage, de nouvelles hécatombes étaient sacrifiées dans le torrent igné pour en arrêter les progrès, et le détourner des parties habitées.

L'influence du christianisme et de l'instruction qui, grâce aux efforts des missionnaires, s'est répandue sur ces îles, a eu pour effet de détruire à peu près complétement toutes ces superstitions.

D'après une autre tradition, l'île entière aurait été recouverte par la mer, qui n'aurait laissé que le Mouna-Kaa au-dessus de sa surface, et deux êtres humains, sauvés de la destruction qui avait atteint tous les autres, seraient la source de la population actuelle.

Ces traditions sont intéressantes par leur analogie avec celles des peuples de notre continent et prouvent que ces insulaires ont conservé la mémoire des grandes révolutions qui ont bouleversé la surface du globe.

De Kairua, *la Bonite* fit voile pour Oahou, située à 200 milles environ dans l'O. N. O. d'Hawaï, et mouilla le 8 octobre en dehors du récif de corail qui longe la côte, à plus d'un mille du rivage.

Le port d'Honoloulou est formé par un vaste bassin profond de 8 à 10 mètres, situé en dedans du récif qui le défend de la mer, et communiquant avec elle par un chenal sinueux, mais balisé avec soin et assez profond pour permettre l'entrée du port à des bâtiments d'un tonnage élevé. La mer n'étant jamais bien forte, à cause de l'abri que donne l'île contre les vents alizés, la protection du récif est suffisante pour que les bâtiments ne courent aucun risque et puissent se livrer non-seulement à leurs travaux ordinaires de chargement et de déchargement, mais même réparer leurs avaries et s'abattre en carène.

La fertilité de la magnifique vallée qui s'étend derrière Honoloulou et cette circonstance d'une issue vers un bassin intérieur sont les deux raisons qui ont donné à cette ville l'avantage d'être aujourd'hui le siége du gouvernement et le centre du commerce du groupe entier. Ces deux faits sont dus l'un et l'autre à la présence d'une petite rivière qui arrose et fertilise la plaine, et qui, en venant mêler ses eaux à celles de la mer, éloigne les animaux madréporiques et empêche le développement du récif. Que cette rivière vienne à tarir ou à changer de lit, et probablement, au bout d'un petit nombre d'années, le port serait envahi par les polypiers, Honoloulou perdrait toute son importance.

L'aspect général de l'île d'Oahou est différent de celui d'Hawaï, et tout semble indiquer ici un terrain ancien, témoin de bien plus nombreux cataclysmes. A Hawaï, et surtout vers le Mouna-Roa, point que l'on

peut considérer comme le centre de l'action volcanique actuelle, quoique cette montagne elle-même n'ait plus d'éruption, les pentes sont douces, les formes des montagnes régulières, et la lave se montre à nu sur les plateaux et les pentes. Sur l'île d'Oahou, au contraire, les montagnes sont presque toutes coniques ou pyramidales, à pentes rapides; de nombreux ravins portant des traces évidentes de rupture les coupent dans tous les sens. En les parcourant, on acquiert la conviction que, depuis le rejet et la consolidation des matières ignées qui les constituent, il y a eu des bouleversements qui les ont brisées, et qui, en les démantelant, ont formé d'effroyables précipices qui ne se rencontrent jamais à Hawaï, dans le plâteau du Mouna-Roa, et qui, commençant à se faire voir dans celui du Mouna-Kaa, sont de plus en plus prononcés dans la direction du N. O. A Oahou, la végétation est extrêmement active et se montre jusqu'aux sommets les plus élevés, dont la hauteur ne dépasse guère 1,200 mètres.

La chaîne principale des montagnes de Oahou court dans la même direction que l'île, de l'O. N. O. à l'E. S. E., et se divise en deux massifs, l'un du vent, l'autre sous le vent. Les vallées se dirigent en général transversalement à cette chaîne et facilitent les communications entre les deux parties de l'île. Quelques montagnes isolées paraissent indépendantes de ce système principal, et présentent une circonstance particulière, celle d'être complétement dénuées de grande végétation.

Deux d'entre elles sont voisines d'Honoloulou. La

première ferme, au S., la baie de Waititi; c'est Diamond's-Hill, qui doit son nom à la découverte qu'y fit un Européen de prétendus diamants, reconnus plus tard pour être du quartz. Cette circonstance fit mettre le *tabou* sur cette montagne dont la forme est celle d'un cône tronqué dont le plateau supérieur est sensiblement horizontal et dont les flancs sont escarpés.

Sur les flancs, sont encore les ruines d'un *heiau* qui fut autrefois le temple où les prêtres sacrifiaient à leurs dieux des victimes humaines : aucun lieu plus majestueusement horrible ne pouvait être choisi pour ces épouvantables sacrifices.

La seconde de ces montagnes a à peu près la même forme, mais sous des dimensions plus faibles; elle domine la ville d'Honoloulou, et doit à la forme de son plateau d'avoir reçu la dénomination pittoresque de *Bol de Punch du Diable* (Devil's Punch Bowl).

On cite, plus à l'O. d'Honoloulou, une autre colline du même genre dont le cratère sert de réservoir à un lac salé, qui dépose sur ses bords des blocs d'un sel assez pur pour pouvoir être l'objet d'une exploitation fructueuse; chaque année, il en fournit de 200 à 300 barils.

Derrière Honoloulou s'élève en pente douce, entre deux montagnes élevées, la fertile vallée de Anuanu, où les habitants ont établi pour la culture du taro, qui ne peut croître que dans un sol inondé, un système d'irrigation parfaitement bien entendu; les champs, ou plutôt les étangs, sont tous placés les uns

au-dessous des autres, et forment des carrés de 40 à 50 mètres de côté, enclos de pierres, ayant deux ouvertures, l'une pour recevoir l'eau, l'autre pour la renvoyer à ceux qui sont à un niveau inférieur. Un ruisseau assez peu considérable arrose ainsi et fertilise une plantation étendue.

De chaque côté de cette vallée sont des montagnes élevées dont les sommets sont formés par des espèces de crêtes larges au plus de 1 à 2 mètres, par lesquelles on peut parvenir aux endroits les plus élevés; mais la descente dans la vallée serait impraticable sans quelques arêtes aiguës qui se prolongent jusqu'au bas, et où des arbres peuvent la faciliter. Les crêtes qui forment les angles saillants d'un côté de la vallée correspondent de l'autre à des angles rentrants.

A 6 ou 7 milles de la ville, la vallée, qui s'est élevée par une pente à peine sensible, se termine par un gouffre profond célèbre dans les fastes héroïques de ces îles : c'est là que 300 soldats du roi d'Oahou, qui résistait le dernier au conquérant Tamea-Mea Ier, se précipitèrent, pour ne pas survivre à l'asservissement de leur patrie, consommé par leur défaite. De ce point élevé que l'on nomme *le Pari*, l'œil domine toute la partie du vent de l'île et plonge dans le cratère non démantelé d'un volcan dont la formation, probablement contemporaine de celle de *Diamond's hill* et du Bol de Punch, est nécessairement postérieure à ces cataclysmes qui ont donné à l'île entière son relief actuel.

Les roches qui forment toutes les montagnes sont des basaltes compactes ou cellulaires, à cristaux de

péridot, des basanites et des wackes verdâtres, rougeâtres ou blanchâtres, suivant que le pyroxène, le péridot ou le feldspath dominaient dans les roches qui les ont fournies. Indépendamment des matières siliceuses et zéolitiques, on rencontre souvent dans les cellules de ces wackes, des globules de cet hydro-silicate de magnésie et d'alumine, tendre, blanchâtre ou jaunâtre, que les minéralogistes nomment *céréolithe,* et qui n'est encore qu'imparfaitement connu.

La roche est beaucoup moins facile à observer à Oahou qu'à Hawaï, parce que la couche de terre végétale y est beaucoup plus épaisse.

Près du bord de la mer et tout autour de la ville est un terrain qui appartient à un ordre de choses bien différent : les couches horizontales qui le constituent sont formées d'un conglomérat madréporique ancien, plus ou moins altéré, et atteignant quelquefois la hauteur de 12 à 15 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le point où cette formation est le plus facile à observer, est voisin d'Honoloulou et sur les bords de la petite rivière dont j'ai déjà fait mention.

Les parties madréporiques sont encore reconnaissables quant au genre; ce sont des astrées, des agarycies, des méandrines et des pavonies, qui n'ont que des analogies éloignées avec les polypiers qui vivent sur les lieux et qui forment les récifs d'Honoloulou.

La présence de ces conglomérats, en des points élevés au-dessus du niveau de la mer, ne doit pas être considérée comme une preuve de l'élévation du sol des îles ou de l'abaissement de la mer, car il est évident, à



leur inspection, qu'ils n'ont pas vécu là où on les trouve. Ils sont pétris de fragments appartenant à des espèces de polypiers différents les uns des autres, et les tiges n'ont pas le parallélisme que l'on remarque dans les amas formés par les espèces aujourd'hui vivantes.

Il est plus probable que pendant un des bouleversements dont ces îles ont été le théâtre, et dont on trouve tant de traces, des débris madréporiques auront été arrachés du sein des eaux et déposés en bancs puissants, cimentés ensuite par de la matière calcaire. Derrière Honoloulou, ce banc se prolonge, mais les parties madréporiques sont de plus en plus atténuées et méconnaissables. Un peu plus loin, il disparaît sous une couche de lave ancienne, qui paraît être descendue du Bol de Punch; mais il se prolonge probablement plus avant dans le sein de la montagne, car je l'ai retrouvé sous une couche de lave épaisse de deux mètres, dans un puits creusé sur la pente de la colline.

Cette circonstance ajouterait une nouvelle force à l'opinion que j'ai exprimée, que les collines à cratères, qui paraissent indépendantes de la chaîne principale, se sont formées d'accumulations plus récentes et postérieures aux grandes révolutions qui ont ouvert les ravins profonds de l'île d'Oahou, et amené au-dessus du niveau de la mer des matières formées dans son sein. Il serait intéressant de savoir si ces conglomérats madréporiques existent sur l'autre versant de l'île, dans le N. E.; mais je n'ai pu, à ce sujet, me procurer aucun renseignement.

M. le professeur Cordier rapporte ces terrains à l'étage du crag de la période palæothérienne. C'est probablement aussi au même temps qu'il faut rapporter une roche que je n'ai pas trouvée en place, mais que les habitants emploient à faire des disques qui leur servent à exercer leur adresse dans un jeu qui consiste à les lancer vers un but donné, et dont la plupart des voyageurs ont parlé. Cette roche est un conglomérat formé de grains assez petits, de basalte, de péridot, de fer titané et de parties spathiques ayant peut-être une origine organique, le tout lié par un ciment calcaire jaunâtre, assez fortement endurci pour que la roche soit susceptible d'un beau poli. Un de ces disques figure dans la collection que j'ai déposée au Muséum.

C'est probablement à la composition des roches qui constituent principalement le sol qu'il faut attribuer les grandes divergences que nous avons eues dans les résultats de nos observations de magnétisme. En plongeant un barreau aimanté dans la terre, on le retirait couvert de petits grains de fer titané, qui entre en grande proportion dans le basalte. Quelques précautions que nous ayons prises et quelque nombreuses qu'aient été nos observations, les résultats peuvent être entachés d'erreurs tenant à cette cause.

Pour ne pas interrompre ce que j'avais à dire sur la constitution géognostique et la géographie physique des îles Hawaï, j'ai réservé pour la fin de ce chapitre le résumé de nos observations météorologiques.

A Kearakekoua, les températures moyennes de l'air

varièrent entre 26°,0 et 27°,4, le maximum ayant été de 31°,2 et le minimum de 23°,6. Celles de la mer, entre 26°,2 et 26°7, maximum 27°,9, minimum 24°,7.

Dans la traversée de Kearakekoua à Honoloulou, la moyenne de la température de l'air fut de 27°,0, celle de la mer de 26°,2. Ces résultats prouvent que près de ces îles, la mer a la même température qu'au large, et on pourrait peut-être en conclure qu'à une petite distance la profondeur de l'Océan est considérable.

A Honoloulou, les températures de la mer n'ont pas été observées. Les moyennes de celles de l'air varièrent, pendant le séjour que nous y fîmes du 8 au 23 octobre, entre 23°,7 et 27°,0, le maximum ayant été de 32°,7 et le minimum de 20°,5. A terre, le thermomètre plongé dans un puits a marqué 23°,3, et dans un trou creusé dans le sol à un pied de profondeur, 24°,6, la température ambiante étant de 27°,5. Cette observation, répétée le lendemain, a donné le même résultat; on peut donc conjecturer que la température moyenne du lieu est à peu près de 24°,0.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES.

ILE D'HAWAI.

352. Wacke grise endurcie, congénère d'une péritodite, très-cellulaire, contenant quelques cristaux de péridot granulaire.

A 2 mètres au-dessus du niveau de la mer, à la pointe nord de la baie de Kearakekoua.

353. Scorie basaltique (1) stratiforme, imparfaitement vitreuse, boursouflée, noir foncé en certaines parties, rougeâtre dans les points où le péridot s'est trouvé plus abondant, tapissée dans quelques cavités de concrétions siliceuses.

Forme la croûte supérieure d'un courant de gallinace.

354. Fritte basaltique (2) noirâtre, cellulaire, con-

(1) *Scorie basaltique stratiforme*, R. de la famille des roches vitreuses, formée des éléments prochains des diverses roches pyroxéniques, vitreuse à un degré moindre que la gallinace.

Accompagne les roches pyroxéniques dont elle est congénère.

(2) *Fritte basaltique*, R. de la famille des roches pyroxéniques,

tenant quelques petits cristaux disséminés de péridot granulaire et des concrétions zéolitiques.

A la partie supérieure d'une grotte, à 50 mètres au-dessus du niveau de la mer.

355. Fritte basaltique gris noirâtre, à cellules profondes mais peu nombreuses, contenant des cristaux abondants du péridot granulaire et des incrustations zéolitiques.

A la partie inférieure de la même grotte.

356. Scorie basaltique stratiforme, très-boursouflée, noire et rougeâtre, avec infiltrations zéolitiques.

Même gisement.

357. Scorie basaltique noirâtre, très-cellulaire.

A 33 mètres.

358. Péridotite (1) boursouflée, à pâte noirâtre de feldspath et de pyroxène, avec nombreux cristaux de péridot vert prenant quelquefois une teinte rouge,

formée des mêmes matières que les roches basaltiques, mais en partie vitreuse, et ne contenant que les embryons des cristaux disséminés.

Même gisement que la scorie basaltique.

(1) *Péridotite*, R. de la famille des roches pyroxéniques, pâte formée principalement de feldspath avec pyroxène et fer titané, contenant des cristaux visibles et nombreux de péridot.

Se trouve dans les déjections volcaniques anciennes et récentes.

par suite d'un commencement de décomposition.
Même gisement.

359. Scorie basaltique noir rougeâtre, en forme de grappe, superficiellement recouverte de matière zéolitique blanchâtre.
Du volcan de Kirau-ea.

360. Gallinace (1) capillaire en filaments vitreux flexibles, d'un jaune blond, souvent longs de 3 à 4 décimètres, et terminés ordinairement par une larme de gallinace noire.
Du volcan de Kirau-ea.

361. Polypier vivant (2) du genre *astrée*.

Dans la baie de Kerakekoua, à 24 mètres de profondeur.

362. Polypier vivant du genre *méandrine*.
A la profondeur de 20 mètres.

(1) *Gallinace*, R. de la famille des roches vitreuses, matière complétement vitreuse formée des éléments des roches pyroxéniques.

Dans les gisemens des laves pyroxéniques.

(2) Fait partie de la collection des terrains au Muséum.

Période alluviale — étage moderne — alluvions marines — couches ou amas de détritus madréporiques.

ILE D'OAHOU.

---

363. Basalte (1) noirâtre, cellulaire, avec quelques rares cristaux de péridot vert.

Sur une des crêtes de l'île, derrière la ville d'Honoloulou, à la hauteur d'environ 160 mètres.

364. Même roche.

A 330 mètres.

365. Wacke cellulaire, jaune verdâtre, congénère d'une fritte basanitique, avec cristaux de feldspath décomposé.

A 400 mètres.

366. Même roche, noirâtre au centre, jaune verdâtre à la surface, avec nombreux cristaux de feldspath décomposé.

A 600 mètres.

367. Wacke endurcie d'un gris noirâtre, cellulaire

(1) *Basalte,* R. de la famille des roches pyroxéniques, à pâte compacte adélogène formée de pyroxène et de feldspath en quantité moindre que dans le basanite, avec cristaux de pyroxène, de péridot et de fer titané.

Se montre dans les volcans pyroxéniques anciens et modernes.

et tuberculaire, contenant dans les cellules de la céréolithe (hydrate de silice, de magnésie et d'alumine) jaunâtre et brunâtre.
Même gisement.

368. Basalte à pâte d'un gris noirâtre, un peu cellulaire, contenant quelques cristaux d'olivine, et recouvert en quelques parties d'une wacke friable rougeâtre, résultant probablement de l'accumulation et de la décomposition du péridot.
Sur les montagnes du Pari, à 400 mètres.

369. Même roche, altérée, grisâtre, contenant dans ses cavités de la céréolithe blanche et jaunâtre.
Même gisement.

370. Wacke congénère d'une fritte basaltique très-poreuse, rougeâtre.
Au Pari, à 400 mètres.

370 *bis*. Même roche, plus rougeâtre.
Même gisement.

371. Conglomérat calcaire madréporique, gris jaunâtre, formé de parties madréporiques très-atténuées et méconnaissables.
Ce calcaire forme derrière la ville d'Honoloulou, à 12 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, un banc qui disparaît un peu plus loin sous les laves, et

dont j'ai retrouvé le prolongement sous une masse basaltique de 2 mètres d'épaisseur, dans un puits creusé derrière la ville.

372. Conglomérat madréporique ancien, formé de débris d'une sorte d'*astrée* se rapprochant du genre *agarycie*.
A 5 mètres au-dessus du niveau de la mer, à la partie supérieure d'une falaise s'élevant sur la rive gauche d'une petite rivière qui se jette dans la mer au N. O. d'Honoloulou.

373. Même conglomérat, avec coquilles fossiles du genre *turbo*.
Même gisement.

374. Même conglomérat formé de débris de polypiers du genre *méandrine*.
Même gisement.

374 *bis*. Même roche, avec débris de *pavonie*.
Même gisement.

375. Même roche avec polypiers du genre *astrée*.
Même gisement.

376 à 382. Conglomérats madréporiques appartenant aux mêmes genres que les précédents.

383. Terreau argileux arénifère; rougeâtre et brunâtre.

Constitue le sol végétal à 600 mètres de hauteur.

384. Wacke très-décomposée, jaune verdâtre, avec nombreux cristaux de péridot vert et rouge et de pyroxène noir.
De l'île d'Oahou.

385. Basalte à pâte noirâtre et cristaux disséminés de péridot et de fer titané.
De l'île d'Oahou.

386. Péridotite à pâte noirâtre devenant rougeâtre dans quelques parties altérées, contenant de nombreux cristaux de péridot.
Même gisement.

387. Wacke très-décomposée, presque friable, d'un rouge noirâtre, congénère d'une péridotite.
Même gisement.

388. Madrépore vivant du genre *méandrine*.
A 3 mètres de profondeur.

389. Conglomérat madréporique pesant, formé de polypiers vivants.
Même gisement.

390. Conglomérat madréporique récent, dans lequel on voit distinctement des parties calcaires concrétionnées, et qui contient des coquilles ré-

centes des genres *vénus*, *moules*, *huîtres*, *buccins*, *patelles* et *serpules*, dont plusieurs ont encore leur couleur.

Même gisement.

391. Conglomérat calcaire formé de parties spathiques, d'un blanc jaunâtre, et de grains de basalte et de péridot, le tout lié par un ciment calcaire jaunâtre, assez dur pour être susceptible de poli; façonné en disques par les naturels.

Des îles Hawaï.

CHAPITRE IX.

Départ des îles Hawaï. — Vents, courants et observations thermométriques pendant la traversée d'Oahou à Manille dans l'océan Pacifique et la mer de Chine. — Observations de la température de l'Océan faites à de grandes profondeurs.—Ile de l'Assomption. —Mouillage dans la baie de Marivèles.—Configuration physique de l'île Luçon. — Direction de la chaîne volcanique qui entoure le continent d'Asie, depuis les îles Andaman jusqu'à Formose. — Volcans de l'île Luçon. — Description géologique des environs du village de Marivèles. Forme et nature du sol. — Rapports entre la nature géologique et quelques phénomènes de physiologie animale et végétale. — Manille. — Roches des environs. — Roches de l'île Luçon. — La Laguna. — Volcan de Taal. — Observations thermométriques faites au mouillage devant Manille. — Description et gisement des roches de l'île Luçon.

Le 24 octobre au matin, nous quittâmes le mouillage devant Honoloulou par une jolie brise du N. qui passa à l'E. aussitôt que nous fûmes parvenus à quelque distance du groupe des îles Hawaï, et nous fîmes route vers l'O., nous dirigeant sur le détroit situé entre les îles Bashées et Babuyanes. Quoique pendant cette traversée nous ayons toujours navigué

entre les parallèles de 18° et 19° N., nous ne rencontrâmes pas les vents alizés régulièrement établis; quelquefois ils passèrent au S. S. E. forte brise, même au S. S. O., et ils furent fréquemment interrompus par des calmes et des grains accompagnés de fortes pluies.

Du 24 octobre jusqu'au 27 novembre, jour où nous entrâmes dans la mer de Chine par le canal au N. de Luçon, les courants eurent pour effet de nous porter de 73 lieues au S. et de 135 à l'O.

Les températures moyennes de l'air varièrent entre 23°,0 et 27°,1, le maximum ayant été de 30°,9 et le minimum de 21°,8. Celles de la mer furent entre 24°,5 et 27°,5, le maximum ayant été de 28°,4 et le minimum de 23°,1. Sur 742 observations horaires faites dans cette période, la mer fut 546 fois plus chaude et 177 fois plus froide que l'air.

Entre les îles Mariannes et les Philippines, par 18°,5 de latitude N. et 132° de longitude E., les calmes nous permirent de faire plusieurs observations de température de l'Océan à de grandes profondeurs. L'index des minima d'un thermomètre descendu à 1,300 mètres marquait 4°,8, la température de la surface étant 26,°4. A 970 mètres la température était de 5°,5.

Le 17 novembre, nous traversâmes la chaîne des îles Mariannes entre Grigan et l'Assomption, et nous trouvâmes dans ces parages la température de l'Océan sensiblement la même qu'au large.

L'île de l'Assomption, en vue de laquelle nous passâmes, est un volcan actuellement brûlant qui a la forme d'un cône. Quelques auteurs disent qu'il s'en

exhale une odeur sulfureuse qui se fait sentir à un demi-mille en mer, mais nous n'en passâmes pas assez près pour pouvoir constater ce fait.

La constitution des îles Mariannes n'est que bien imparfaitement connue; il paraît cependant certain qu'elles sont toutes volcaniques.

A Guaham, le basalte est recouvert d'un conglomérat madréporique analogue à celui d'Honoloulou, et qui atteint une grande hauteur au-dessus du niveau de la mer. Si un examen éclairé et approndi de la nature de ces dépôts avait été fait, il est probable que l'ou serait arrivé à la conclusion que ces produits n'existent pas là où ils ont vécu, mais qu'ils ont été apportés à cette hauteur à l'époque de l'un des derniers bouleversements du globe.

La chaîne des îles Mariannes se prolonge vers le N. jusque vers les côtes du Japon, mais il paraît certain qu'elle n'appartient pas exclusivement à la formation basaltique, car d'anciens auteurs, en parlant de l'île de Soufre, disent que près d'elle la mer est couverte de pierres ponces dont la présence dénoterait l'existence de laves trachytiques.

Après avoir doublé le cap Bojador, nous fîmes route vers l'entrée de la baie de Manille, et nous eûmes pour nous y rendre des vents de N. E., la mousson de cette partie régnant alors. Du 28 novembre au 4 décembre, jour où nous entrâmes dans la baie, les courants nous portèrent de 30 lieues au N. et de 2 à l'E. Ce résultat est singulier, puisqu'il signale l'existence d'un courant qui porte à contre-mousson.

Les températures moyennes de l'air obtenues pendant cet intervalle de temps, varièrent entre 25°,3 et 27°,3, le maximum ayant été de 29°,9 et le minimum de 23°,3. Celles de la mer furent entre 25°,6 et 27°,7, maximum 29°,2 et minimum 23°,1. Sur 143 observations horaires, la mer fut 89 fois plus chaude et 46 fois plus froide que l'air.

Le 4 décembre, *la Bonite* louvoyait par une forte brise de N. pour entrer dans la baie de Manille, lorsque, dans un virement de bord, la vergue du grand hunier se rompit par son milieu. La nécessité de réparer cette avarie décida le Commandant de l'expédition à mouiller à l'entrée de la baie de Marivèles, sur la côte de l'île Luçon, au N. de l'îlot du Corrégidor. Cette circonstance nous permit de nous rendre à terre et d'y recueillir quelques observations géologiques; mais avant d'entrer dans la description particulière des environs de Marivèles, je crois bon de dire quelques mots sur la géographie physique de l'île.

Luçon, la plus grande des îles Philippines, est haute et montagneuse, mais les plus hauts sommets sont couverts de végétation. Deux vastes golfes, celui de Lampou à l'E., de Manille à l'O., resserrent ses rivages, et le terrain déjà fort diminué qui est compris entre eux, est en grande partie occupé par le magnifique lac de Bonborig, plus connu dans le pays sous le nom de la Laguna.

L'île est entrecoupée par un grand nombre de cours d'eau, dont les principaux sont le Passig, à l'embouchure duquel est bâti Manille, et qui coule de l'E. à

l'O. en traversant la Laguna, l'Ana, qui suit la même direction, et le Cagayan qui coule vers le N. Les vallées renferment un grand nombre de marais et de tourbières, et beaucoup de sources thermales.

Les pluies les plus violentes inondent ces îles, mais avec une circonstance particulière. Dans la partie du sud-ouest, elles règnent de mai à septembre pendant la mousson de S. O, et les terres situées au N. E. et à l'E. jouissent d'un temps magnifique. De septembre à mai, le contraire arrive, et cette succession de saison est si favorable à la végétation, que les arbres n'y sont presque jamais privés de feuilles et que plusieurs espèces portent en même temps des fleurs et des fruits.

L'île de Luçon fait partie de cette immense bande volcanique qui, suivant M. de Buch, entoure le continent d'Asie et les îles qui en dépendent, en commençant à l'île Barren près du groupe des Andaman. De là, cette bande se dirige au S. S. E. et manifeste son existence par les volcans Allas, Berapi, Gunong-Penkalang, Jambis et Gunong-Dempo de l'île de Sumatra; puis elle s'infléchit à l'E., se fait jour par les nombreuses bouches d'éruption de Java, de Bally, de Sumbawa, de Flores et de Dammer, remonte au N., où l'on peut suivre sa trace dans les îles volcaniques d'Amboine, de Céram et dans les parties occidentales de Gilolo et orientales des Célèbes ; enfin comprend le pic de Sanguil dans l'île de Mindanao, les îles de Siquihor et de Fuego, et celle de Luçon, en se terminant par le volcan de Camigen, île située au N. de cette dernière. De là passant sous l'île Formose, où les tremblements de

terre sont si fréquents, cette immense crevasse irait se perdre sous le continent chinois.

Nous empruntons la liste des volcans de l'île de Luçon au célèbre géologue prussien que nous venons de citer, et dont la théorie donne lieu tous les jours à de savantes discussions dont la science profite.

1° Mayon est un pic fort élevé situé à l'extrémité S. E. de la presqu'île de Camarines, dans la province d'Albay. En juillet 1766, en octobre 1800 et en janvier 1814, ce volcan fit éruption.

2° Balasan, par 12°—47' de latitude N. et 121°—48' de longitude à l'E. du méridien de Paris.

3° Albay, par 13°—26' N. et 121°—26' E.

4° Madaraya, par 13°—31' N. et 121°—23'.

5° Baji, par 13°—33' N. et 121°—20'.

6° Yrigu, par 12°—34' N. et 121°—11'.

7° Ysaroy, par 13°—37' N. et 121°—12'.

8° Colasi, par 13°—58' N. et 120°—52'.

9° Lobo, par 14°—10' N. et 120°—33'.

10° Bacacass, par 14°—18' N. et 120°—32'.

11° Bonosan, par 14°—27' N. et 120°—24'.

12° Banaja, par 14°—4' N. et 119°—21'.

Celui-ci n'appartient plus à la presqu'île de Camarines; il en est séparé par le golfe de Lamon.

13° Taal, près Manille, sur la situation et les éruptions duquel nous reviendrons avec quelques détails.

Enfin 14° Arringuay, dans le district des Ygorrotes, au S. des Illocos, par 16°—30' de latitude N.

Le séjour que fit *la Bonite* dans la baie de Marivèles fut très-court, et quelques heures seulement passées

à terre par une forte pluie ne me permirent pas de m'éloigner du village de Marivèles et de gravir les montagnes élevées qui le dominent. Du reste, la végétation puissante qui les recouvre m'aurait empêché d'étudier la nature du sol aussi bien qu'au bord de la mer, où les roches se montrent à nu.

Le village de Marivèles est bâti à l'issue d'une vallée dominée de part et d'autre par des sommets élevés recouverts de végétation, au-dessus desquels se montre le pic remarquable de Sétonguin. La baie s'avance assez profondément dans les terres et est circonscrite par une plage de galets et de cailloux brisés dont la majeure partie appartiennent aux roches basaltiques : ce sont des mimosites, des basanites et des basaltes; et des roches primordiales, telles que des granites, des diorites ou des syénites. La pointe du N. E. est formée par une falaise peu élevée, qui montre un basanite très-compacte à la partie moyenne, mais altéré et passant à une wacke endurcie au contact de la roche mère, et friable près de la partie de la surface sur laquelle se repose la terre végétale.

Cette assise de basanite repose sur une dolérite qui n'en diffère qu'en ce que les cristaux qui forment la pâte sont visibles à l'œil nu quoique très-petits, et que la roche, d'adélogène qu'elle était, devient phanérogène. Le passage entre ces deux roches est difficile à apprécier, et il y a tout lieu de croire qu'elles appartiennent l'une et l'autre à la même couche, car il n'y a entre elles aucun indice de scories ni de matières incohérentes.

Les collines qui s'élèvent derrière la magnifique vallée de Marivèles ont des formes arrondies quoique passablement escarpées, et sont probablement formées aussi de laves pyroxéniques anciennes, ainsi que la montagne de Sétonguin qui domine ce système. Cette opinion serait confirmée par la nature des galets roulés par le torrent qui en descend et qui sont tous basaltiques.

A 17 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, on voit saillir de la terre végétale un banc d'arragonite fibreuse rougeâtre que la disposition des lieux empêche de suivre, mais où ce minéral se montre mélangé de wacke friable passée à l'état de marne qui semble quelquefois avoir été pétrie avec lui.

Plus haut, à environ 25 mètres, et près du lit des torrents qui sillonnent les pentes des collines, on rencontre de gros blocs anguleux d'une arragonite fibro-laminaire, zonée perpendiculairement aux fibres de très-belles teintes rouges, violettes et jaunes. Cette matière pourrait avantageusement être employée à la décoration intérieure des appartements. De nombreux et beaux échantillons recueillis pendant cette courte excursion figurent au muséum tant dans la collection géologique que dans la galerie de minéralogie.

La superposition de l'arragonite sur les laves basanitiques donne la certitude que ces laves sont anciennes, mais il est impossible d'en déduire à quelle époque ce minéral s'est formé. Il est possible qu'il doive son origine à des dépôts de sédiment amenés par des eaux acidulées; mais je regarde comme



plus probable, que les bancs discontinus d'arragonite sont les lambeaux d'un terrain palæothérien disloqué lors du cataclysme qui a mis fin à la période pendant la durée de laquelle il a été formé et qui a dénudé les roches basaltiques en faisant disparaître les scories et les matières incohérentes qui les recouvraient.

Un voyageur français, qui a bien vu les îles Philippines, a remarqué dans le village de Marivèles un fait que nos observations personnelles tendraient à confirmer, et que je rapporte ici, parce qu'il n'est peut-être pas aussi étranger à la nature géologique du sol qu'on pourrait le croire au premier abord.

« C'est au pied de cette montagne, dit Renouard de Sainte-Croix, que l'on peut voir la nature humaine décrépite presque à son berceau. Les indigènes reçoivent toutes les impressions de la vie de si bonne heure, qu'à peine ont-ils atteint l'âge de la jeunesse qu'ils ont toutes les formes de la caducité. On y voit communément des filles de dix à onze ans qui sont mères et d'autres qui ont les formes très-fatiguées à dix-huit ans. Les hommes vieillissent un peu moins vite. On ne peut attribuer cette singularité qu'à la nature du sol, à la vivacité des eaux qui sortent des montagnes, à la chaleur journalière du climat à laquelle succède toujours une grande fraîcheur. Ces habitants passent du 13e au 33e degré du thermomètre pour retomber de nouveau à 14°. Il pleut presque tous les soirs régulièrement dans ce petit coin du globe, de manière que les sens se trouvent dans un travail continuel qui finit par les user très-vite. »



A l'énumération de ces causes, toutes fort rationnelles, j'ajouterai les considérations suivantes : les hautes montagnes qui dominent le village de Marivèles sont situées tout à fait à la partie sud-ouest de Luçon et retiennent les nuages que pendant six mois la mousson de S. O. y amène constamment. Là, les nuages se condensent et se résolvent en pluies qui tombent dans les vallées. Les eaux sont absorbées par une couche peu épaisse de terre végétale; mais la nature éminemment massive et peu perméable du basanite qui en constitue le fond, empêche l'absorption dans le sein de la terre, et le soleil ardent qui réchauffe ces climats les réduit de nouveau en vapeurs qui retombent en pluie.

Pendant la mousson de N. E. l'action inverse ne se reproduit pas, parce que les vents réguliers ne s'établissant qu'à quelque distance sous le vent de l'île, le calme le plus absolu règne dans le fond des vallons et que la masse d'eau n'étant ni entraînée au loin sous forme de nuages ni absorbée par le sous-sol à cause de son imperméabilité, se vaporise pendant le jour sous l'influence de la température, et se résout en pluie pendant la nuit. Le passage continuel à des températures différentes est favorisé par la grande quantité de végétaux, qui entretiennent une fraîcheur favorable au développement des facultés vitales.

La puissance végétative extraordinaire du sol ne serait-elle pas due à la composition intime de la terre végétale, formée de l'atténuation des argiles résultant de la décomposition des éléments feldspathiques et

pyroxéniques qui composent les roches volcaniques, et des marnes que fournissent les calcaires arragonites qui, comme je l'ai dit plus haut, sont très-abondants? A ces principes déjà fertilisants viendrait se joindre une masse de terreau résultant de la décomposition séculaire des forêts vierges, et de ce mélange résulterait un sol éminemment fécond.

Le rapport de la constitution géologique du sol avec les grands phénomènes de physiologie animale ou végétale amène à un ordre de considérations nouvelles que je ne puis qu'effleurer, et que des esprits plus puissants et mieux exercés pourront seuls aborder. C'est là, je crois, une mine féconde dont l'exploitation judicieuse fournira à la science de nombreuses et intéressantes déductions.

Le 6 décembre (1), le temps s'étant mis au beau et les avaries étant réparées, *la Bonite* appareilla et alla mouiller au fond de la baie, vis-à-vis Manille, capitale de l'île Luçon et du groupe des Philippines. Cette ville, la plus importante de l'Océanie, est bâtie sur les bords de la rivière du Passig et repose sur les alluvions de ce cours d'eau, assez puissant vers son embouchure pour pouvoir être remonté par des bâ-

(1) *La Bonite* étant arrivée à Manille par l'Est, avait avancé sa date d'un jour, après avoir coupé le 180[e] degré de longitude, et avait passé du 30 octobre au 1[er] novembre; mais, à Manille, nous ne nous trouvâmes pas d'accord avec la manière de compter du pays, notre 6 décembre n'étant pour les habitants que le 5. Cela tient à ce que les navigateurs espagnols qui y sont arrivés comme nous par l'Est ont conservé la date d'Europe.

timents qui vont s'amarrer aux quais, au centre même de la ville. Les nombreux canaux qui la divisent en îles, et l'activité commerciale qui s'y développe, donnent à cette ville plus d'un point de ressemblance avec Rotterdam.

Au-dessous du sol alluvial est un trass gris uniforme, résultant de la consolidation des cendres leucostiniques, dans lequel se rencontrent fréquemment des fragments de pumite grise. Ces produits sont probablement anciens et constituent peut-être le *diluvium* de l'île Luçon. Des fragments de basalte et de wacke s'y rencontrent, et le mélange de ces laves de diverses natures confirmerait l'opinion que ce terrain a été remanié postérieurement aux éruptions qui ont fourni les matériaux qui le composent.

M'étant trouvé dans l'impossibilité de m'éloigner de Manille, mes observations personnelles se bornent à ce que je viens de dire ici de la nature du terrain; mais MM. Gaudichaud et Eydoux, plus libres de leur temps, ayant pu faire une excursion sur les bords de la Laguna, dans le voisinage de l'habitation de M. de la Gironière, ont bien voulu joindre à ma collection une belle suite d'échantillons qu'ils ont recueillis.

Parmi ces roches, qui sont de natures bien diverses et dont la description minéralogique est à la fin de ce chapitre, sont :

1° Des laves feldspathiques proprement dites, telles que des trachytes et des phonolites;

2° Des roches argiloïdes, épigènes, congénères de ces laves, telles que des téphrines et des trass;

3° Des roches formées par voie d'épigénie des mêmes roches leucostiniques traversées par des vapeurs sulfureuses, telles que des alunites silicifères et des sulfates de fer et d'alumine d'origine analogue;

4° Des laves pyroxéniques, telles que des basanites et des mimosites;

5° Des roches argiloïdes, épigènes, congénères des laves basaltiques, telles que des wackes;

6° Des calcaires magnésiens qui, par leur nature compacte et le peu de matière sédimentaire qu'ils renferment, paraissent appartenir à un terrain secondaire ancien;

7° Des produits récents d'une formation analogue à celle des travertins, tels que des calcaires et des hydrates de fer celluleux.

Il résulte de cette énumération que l'île de Luçon n'est pas entièrement d'origine volcanique, comme quelques auteurs l'avaient affirmé.

La frégate *la Thétis* a rapporté de son expédition des serpentines provenant de la province de Balanga, à 12 lieues de Manille. M. Callery, missionnaire français en Chine, a envoyé au muséum des roches provenant du port de Pual, situé sur l'île par 16°,10 de latitude N. Ce sont des serpentines, des euphotides et des pétrosilex, qui s'y rencontrent en couches alternatives. Ces roches semblent caractériser un terrain qui appartiendrait au grand étage des talcites cristallifères de la période primitive.

A quatre lieues du port de Pual, le même observateur a rencontré une bande large de deux lieues de calcaire grossier et de travertin reposant horizontalement sur les tranches des euphotides. Les couches qui les forment sont considérables et ont fourni la pierre dont l'église de Pual est bâtie. Enfin des terrains de transition paraissent s'y montrer aussi, et contiendraient des crustacés fossiles dont deux individus figurent au muséum : ce sont le *Portune leucodonte* et le *Noptace de Latreille.*

Les volcans de Luçon, à l'exception de celui de Taal, n'ont pas été étudiés. L'Arringuay a eu une éruption en 1641, en même temps que ceux de Yolo et de Mindanao, situés plus au S.; et pendant cette éruption les volcans de Taal, de Mayon et de la presqu'île de Camarines, étaient en repos. Il serait intéressant de savoir s'il y a un rapport entre la composition des laves rejetées et la simultanéité des éruptions.

L'eau de la Laguna est saumâtre quoique potable; plusieurs îles volcaniques s'y élèvent : la plus importante est le volcan de Taal qui, suivant M. de Chamisso qui l'a visité, n'est qu'un amas de cendres et de scories au milieu desquelles se trouve un cratère. Le fond en est occupé par un lac sulfureux et des collines de soufre qui brûlent presque constamment. Dans le voisinage du cratère M. de Chamisso a trouvé de l'alun de plume. Cette circonstance porterait à croire que les laves rejetées par le Taal sont feldspathiques, puisque l'alun se forme par épigénie, lorsque des laves leucostiniques, contenant beaucoup de

feldspath à base de potasse, sont traversées par des vapeurs acido-sulfureuses.

En 1754 eut lieu la plus terrible des éruptions du Taal; elle détruisit le bourg de ce nom et plusieurs villages. Cette éruption, dit frère Jean de la Conception, n'eut pas lieu seulement par le cratère, mais des flammes sortirent de divers points du lac, dont les eaux acquirent une haute température. Depuis, d'autres éruptions ont eu lieu, mais elles ont été de moins en moins fortes.

Les quais et les édifices publics de Manille sont construits en granite, mais d'après les renseignements que j'ai pris, cette roche viendrait de Chine, apportée par des navires qui en prennent pour lest. Quant aux maisons particulières, elles sont pour la plupart faites de coraux ou de calcaires madréporiques.

Quoique à l'époque où nous nous trouvions dans la baie de Manille, la mousson de N. E. fût dans toute sa force, les brises que nous eûmes au mouillage furent variables, non-seulement du N. O. à l'E. N. E. et même au S. E., mais toujours assez faibles. Les températures moyennes de l'air varièrent entre 23°,2 et 27°,5; le maximum ayant été de 33°,3 et le minimum de 20°,6. Celles des eaux de la baie furent entre 25°,7 et 26°,6, le maximum ayant été de 27°,9 et le minimum de 23°,1. Enfin, sur 326 observations horaires, la mer fut 198 fois plus chaude et 124 fois plus froide que l'air. Plusieurs observations de température ont été faites dans des trous de 1 pied de profondeur dans des circonstances favorables; la température moyenne

de Manille, déduite de ces observations, serait de 25°,0.

Le 21 décembre au matin, nous quittâmes la baie de Manille, faisant route vers les côtes de Chine.



DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DE L'ILE LUÇON.

---

§ I. ANSE DE MARIVÈLES.

392. Polypier avec coquilles récentes.
Sur la plage.

393. Polypier (*astrée*).
En masses sur la plage.

394. Granite amphibolifère à grains moyens, formé de feldspath rosâtre, de quartz blanc vitreux et de mica en petites lamelles noires, avec cristaux disséminés d'amphibole noir.
En fragments anguleux sur la plage.

395. Quartz en masse, blanc, rosâtre par places, géodique avec cristaux de même nature.
Roche de filon, en fragments anguleux sur la plage.

396. Basanite un peu cellulaire, à pâte grisâtre avec cristaux disséminés de feldspath blanc, de fer titané et de péridot.

Constitue la masse des falaises de la pointe E. de la baie.

397. Wacke endurcie grisâtre et rougeâtre, congénère d'un basanite, à gros cristaux de pyroxène noir et quelques cristaux non altérés de feldspath blanc.

A la partie supérieure des mêmes falaises.

398. Basanite noir verdâtre, uniforme, avec quelques cristaux visibles de pyroxène.

Même gisement.

399. Dolérite (1) à pâte presque adélogène de feldspath blanc, de pyroxène gris noirâtre avec cristaux de fer titané.

Constitue une assise distincte inférieure à celle de basanite.

400. Même roche, avec nombreux cristaux de py-

(1) *Dolérite*, R. de la famille des roches pyroxéniques, section des roches basaltiques; pharénogène, grenue, formée de feldspath qui conserve sa couleur naturelle, de pyroxène qui peut aller jusqu'à un quart de la roche et de fer titané; admettant accidentellement du péridot.

Cette roche s'est fait jour pendant la période anthraxifère, mais se rencontre moins souvent que la mimosite dans les terrains de cette époque, et se trouve plus abondamment que celle-ci dans les terrains postérieurs.

roxène noir, cellulaire à la surface naturelle, par suite de la décomposition et de l'absence du feldspath.

Même gisement.

401. Basanite à pâte adélogène noire, porphyroïde contenant de nombreux cristaux de pyroxène noir et de feldspath blanc. La cassure de cette roche est largement conchoïde, et à la surface naturelle, la pâte ayant été altérée, est devenue jaunâtre et laisse en saillie les cristaux de pyroxène et de feldspath.

Des mêmes falaises.

402. Même roche passant à la wacke et contenant de très-nombreux cristaux de feldspath blanc.

En fragments dans la terre végétale à 7 mètres au-dessus du niveau de la mer.

403. Wacke rougeâtre, très-friable.

Même gisement.

404. Basalte noir uniforme à gros grains.

Roulé par un torrent descendant de la montagne de Sétonguin qui domine la baie de Marivèles.

405. Arragonite fibreuse rougeâtre en lits, veines entre-croisées et géodes dans une marne ferrugineuse d'origine volcanique.

A 17 mètres au-dessus du niveau de la mer.

406. Arragonite fibro-laminaire, blanche.
En blocs disséminés sur le sol.

407. Même roche à zones ondulées perpendiculaires à la direction des fibres, bleuâtre, rougeâtre et jaunâtre.
Même gisement.

407 *bis*. Même roche, radiée par place.
Même gisement.

408. Marne arénifère verdâtre avec fragments de coquilles brisées.
Rapportée par une ancre mouillée à la profondeur de 24 mètres dans la baie de Marivèles.

---

§ II. ENVIRONS DE LA LAGUNA.

409. Basanite très-compacte, à pâte d'un noir bleuâtre, contenant quelques petits cristaux de feldspath blanc commençant à passer à l'état de kaolin. Coloré en rouge jaunâtre à la surface naturelle, et coupé par des fissures planes qui se croisent dans tous les sens (1).

(1) Ces roches n'ayant pas été recueillies par moi, les rapports de gisement ne me sont pas connus.

410. Fer hydraté en masse, piciforme; noir à éclat métallique, irisé par places.

410 *bis*. Même roche terreuse d'un jaune rougeâtre.

411. Trachyte blanc grisâtre, passant à la téphrine, contenant un grand nombre de petits cristaux de pyrite ferrugineuse et recouvert de nombreuses efflorescences de sulfate de fer vert.

412. Brèche formée de téphrine (1) bolaire jaune et rouge, consolidée par un ciment d'hydrate de fer noir métallique, très-caverneux.

413. Basanite porphyroïde. A la partie intérieure de la roche, les cristaux de feldspath sont noirs comme la pâte et se confondent avec elle; mais en approchant de la surface qui a été exposée à l'air, ces cristaux perdent leur coloration, et à la surface même ils sont très-nombreux et très-blancs.

413 *bis*. Même roche, mais où l'influence de la décomposition se fait sentir jusqu'à plus de 2 centimètres de la surface.

(1) *Téphrine*, R. de la famille des roches argileuses, ordre des épigènes ou argiloïdes.

Provient de la décomposition des roches leucostiniques et contient souvent des cristaux de fer titané non altéré.

Se trouve dans les terrains volcaniques des périodes crétacées et palæothériennes.

414. Alunite (1) silicifère blanche concrétionnée dans le trachyte n° 411.

415. Basanite très-compacte, à pâte noire avec cristaux de feldspath apparents dans toute la masse.

416. Calcaire (2) magnésien compacte d'un blanc jaunâtre.

Des terrains secondaires anciens.

417. Téphrine à pâte gris verdâtre, à cristaux de feldspath blanc et géodes tapissées de gypse blanc mamelonné et cristallisé; très-pyritifère et superficiellement recouverte de fer hydraté.

418. Calcaire brunâtre très-poreux, concrétionné, paraissant s'être moulé sur des tiges herbacées.

D'origine récente.

(1) Famille des roches à base de sous-sulfate d'alumine.

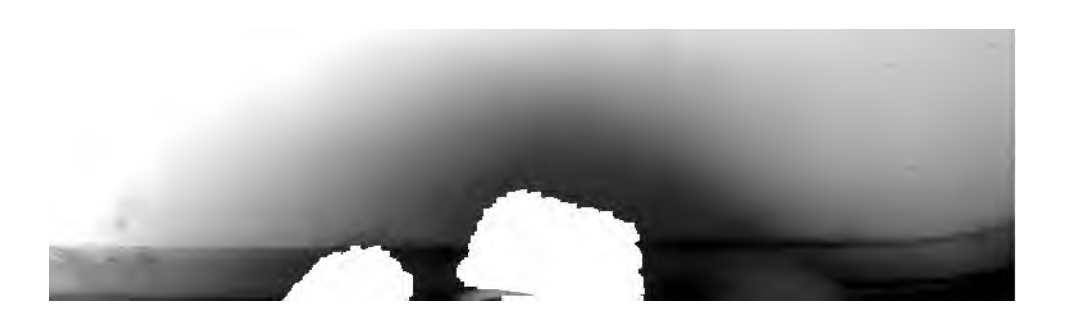
Combinaison de sous-sulfate d'alumine et de sous-sulfate de potasse mélangée de silice.

Formée par voie d'épigénie des roches leucostiniques traversées par des vapeurs sulfureuses.

(2) Famille des roches calcaires; ordre des roches à base de carbonate de chaux magnésifère.

Formée de carbonate de chaux magnésifère et d'un sédiment qui est ordinairement de l'argile; contient souvent du calcaire ordinaire libre.

Se trouve dans les terrains de la période anthraxifère, dans le zechstein, le calcaire à cératites, les argiles irisées, le lias, l'étage oolitique, la craie, et enfin dans les terrains appartenant aux deux étages inférieurs de la période palæothérienne.



419. Trachyte blanc grisâtre, passant à la téphrine, très-pyritifère et recouvert en certaines parties d'efflorescences de sulfate de fer.

420. Calcaire brunâtre concrétionné.
D'origine récente.

421. Silex (1) pseudo-bréchoïde gris avec parties sphéroïdales blanches.

422. Silex gris compacte, avec veinules de pyrite ferrugineuse et efflorescences vitrioliques.

423. Concrétions d'hydrate de fer terreux jaune rougeâtre, ayant la forme de tiges herbacées.
D'origine récente.

424. Wacke basanitique, à pâte verte et nombreux cristaux de feldspath blanc, coloré en certains points par des infiltrations d'hydrate de fer.

(1) *Silex*, famille des roches quartzeuses.
Formé de parties quartzeuses, dont un certain nombre sont à l'état de sous-hydrate. Indépendamment de l'eau de composition, le silex contient encore de l'eau de carrière en plus ou moins grande proportion.
Le silex opaque n'a que de l'eau de combinaison et point d'eau de carrière.
Le silex résinoïde a une surcharge d'eau de composition.
Les silex commencent à paraître dans les calcaires de la période anthraxifère, et se retrouvent dans les calcaires des terrains postérieurs.

425. Phonolite (1) compacte noirâtre.

426. Phonolite porphyroïde verdâtre à cristaux de feldspath blanc.

427. Basanite très-compacte, passant à la wacke, à pâte noire et petits cristaux très-apparents de feldspath blanc. La surface naturelle est colorée en rouge par des infiltrations d'hydrate de fer.

428. Basanite très-porphyroïde, à pâte noire et nombreux cristaux de feldspath et de pyroxène.

A la surface, l'altération due aux influences atmosphériques a eu pour effet de blanchir la pâte et de la carier par suite de l'entraînement des cristaux disséminés de feldspath; les cristaux de pyroxène ayant résisté à cette action, restent en saillie.

429. Concrétions calcaires très-récentes, en forme de tiges herbacées.

(1) *Phonolite*, famille des roches feldspathiques, section des leucostiniques.

Même composition que le trachyte et le porphyre leucostinique, mais à pâte plus fine, dans la composition de laquelle il entre toujours du fer titané; quelquefois porphyroïde.

Tire son nom de sa sonorité.

Roche d'éruption qui a paru à la fin de la période crétacée, et qui se trouve dans les terrains volcaniques de la période palæothérienne et même de la période alluviale.

430. Téphrine très-pyritifère, à pâte gris verdâtre, à cristaux de feldspath blanc et géodes tapissées de terre verte provenant de la décomposition du pyroxène; incrustée du gypse blanc mamelonné et cristallisé.

431. Basanite noir, uniforme, contenant quelques cristaux de feldspath colorés en noir comme la pâte.

432. Concrétions calcaires récentes, disposées en zones, et paraissant avoir pris la forme de tiges herbacées.

433. Trachyte gris verdâtre, passant à la téphrine, avec nombreuses efflorescences de sulfate de fer blanc et vert.

434. Téphrine à pâte gris violâtre et cristaux de feldspath blanc, avec nombreuses cavités amygdaloïdes tapissées de terre verte.

Recouverte d'hydrate de fer.

435. Basanite très-compacte, noir, passant à la wacke, contenant de nombreux cristaux de feldspath blanc.

436. Trass (1) grisâtre uniforme.

(1) *Trass*, de la famille des roches argileuses, ordre des épigènes ou argiloïdes.

Cendres leucostiniques consolidées par de l'hydrate de silice.

Se trouve partout où il y a des éruptions de laves feldspathiques.

437. Silex gris pseudo-fragmentaire.

438. Fragments de sulfates de fer verdâtres et bleuâtres et de sulfates d'alumine en efflorescences sur quelques-unes des roches précédentes.

439. Eau d'une source coulant d'une grotte creusée dans un trachyte contenant des veines d'alunite silicifère.

440. Marne arénifère jaunâtre coquillière.
Rapportée par l'ancre mouillée en rade, à peu de distance de la ville de Manille.

CHAPITRE X.

Observations diverses faites dans la mer de Chine pendant la traversée de Manille à Macao. — Situation de Macao. — Ile Hyang-Chang. — Aspect des montagnes. — Composition du sol. — Blocs isolés. — Presqu'île de Macao. — Roches principales de la presqu'île. — Roches de filons. — Grotte du Camoëns. — Terrain des environs de Canton. — Renseignements géologiques sur l'empire chinois. — Houille. — Jade. — Observations météorologiques faites au mouillage de Macao. — Description et gisement des roches.

Pendant tout le temps que *la Bonite* louvoya à peu de distance des côtes occidentales de Luçon, les vents furent variables quoique tenant toujours de la partie du N.; mais aussitôt qu'elle eut atteint la latitude du cap Bojador, ils passèrent au N. E. bonne brise et la conduisirent rapidement vers les côtes de Chine. Pendant cette traversée, qui dura huit jours, les courants eurent pour effet de nous porter de 14 lieues au N. et de 11 à l'O. Ce résultat est singulier, puisque

les vents du N. ont prédominé; mais il peut s'expliquer par un contre-courant qui remonterait au N., le long des côtes de Luçon, pour remplacer la masse des eaux portées avec force pendant la mousson de N. E. dans la direction du S. O. vers le centre de cette mer méditerranée, qui ne communique que par d'étroites issues avec le grand Océan. Ce fait est d'autant plus probable que dans la traversée précédente du détroit des Babuyanes à Manille, nous avions déjà constaté une différence de 30 lieues au nord dans les positions déduites des observations astronomiques et celles conclues par l'*estime.*

Les températures moyennes de l'air décrurent sensiblement chaque jour et varièrent entre 26°,7 et 17°,3, le maximum ayant été de 31°,0 et le minimum de 14°,7. Celles de la mer suivirent la même progression descendante et furent entre 26°,4 et 17°,5. Sur 216 observations, la mer fut 160 fois plus chaude et 55 fois plus froide que l'air.

Après s'être élevée suffisamment au N. pour pouvoir, avec la mousson du N. E., doubler les écueils madréporiques connus sous le nom de *Pratas, la Bonite* prit tribord amures, parcourut rapidement la distance qui sépare la côte N. de Luçon de celle du continent, et s'engagea dans l'archipel de l'embouchure du Tigre. Un pilote vint la diriger dans ce dédale d'îles qui sont saines et que l'on peut approcher sans danger; et le 31 décembre au matin nous mouillâmes dans la baie portugaise, à 3 milles environ dans l'E. de Macao.

Cette ville, qui s'élève en amphithéâtre sur les collines près du bord de la mer, est bâtie sur la pointe méridionale de l'île de Negao-men, la plus grande de toutes celles qui se trouvent à l'embouchure du Tigre. Un isthme bas et étroit divise cette île en deux parties, l'une et l'autre montueuses, et sur cet isthme s'élève une muraille qui forme la limite du territoire concédé aux Portugais vers l'an 1580. Cette dernière partie de l'île de Negao-men a seule été accessible à nos observations.

A l'E. de la presqu'île dont la ville occupe toute la largeur, est la baie portugaise où les navires de guerre jettent l'ancre; à l'O., celle de la Typa, où la profondeur de l'eau est moindre, mais où l'ancrage est plus sûr et que préfèrent les bâtiments de commerce. Au S. O. de la Typa se trouve l'île de Hyang-Chang, nommée Ribeira par les Portugais; c'est là que je fis ma première excursion géologique, et c'est le point que je vais décrire en premier lieu.

L'aspect de cette île, et de celles qui l'avoisinent, est singulier; les montagnes qui en forment le centre sont dénuées de végétation, ont des sommets arrondis et des pentes douces; mais on y voit groupés, dans les positions les plus étranges, des blocs généralement noirs qui affectent des formes bizarres. La teinte générale du sol est rose, mais sur les sommets cette nuance s'affaiblit, et de place en place on observe de larges traînées de couleur blanche qui règnent des sommets aux bases, et sur lesquelles tranchent fortement les blocs noirs amoncelés. Des masses étroites,

blanches et verdâtres, s'élèvent verticalement au-dessus du sol, qu'elles dépassent quelquefois de 2 mètres, se prolongent sur plusieurs lignes parallèles, coupent les traînées blanches dont j'ai parlé, mais là s'affaissent pour reparaître plus loin. Toutes ces circonstances frappent singulièrement et produisent une illusion étrange; on dirait que les sommets des montagnes sont couverts de neige, et qu'elles ont été sillonnées par d'énormes avalanches, qui dans leur chute auraient entraîné des blocs dont la teinte noire et l'aspect déchiqueté sembleraient annoncer une origine volcanique. L'aspect de toutes les masses longues et étroites, de hauteur inégale, semble offrir à l'imagination les ruines de vastes édifices bouleversés par quelque puissante convulsion du globe.

Mais après examen il faut revenir à la réalité beaucoup plus simple que l'apparence.

Toutes les parties de l'île que j'ai visitées sont formées d'un granite jaunâtre et rougeâtre à grains plus ou moins fins qui, près de la mer, présente une surface intacte et non altérée, mais qui là principalement est coupée par des fissures parallèles, qu'au premier abord on serait tenté de prendre pour des joints de stratification. Ces fissures ne se prolongent pas et ont probablement été produites par le retrait de la roche. Sur les sommets, le granite plus exposé aux actions atmosphériques a été profondément désagrégé, et le feldspath s'est métamorphosé en kaolin que les eaux torrentielles entraînent dans les vallées : c'est là l'origine de ces longues traces

blanches dont je viens de parler, qui de loin produisent un effet si bizarre.

Les blocs isolés qui jonchent le sol sont de même nature que la roche qui les supporte; il est donc probable qu'il faut écarter l'idée que ce sont des blocs erratiques amenés dans les positions qu'ils occupent par quelque grand cataclysme, et revenir à l'hypothèse beaucoup plus simple, qu'ils ont été isolés de la masse de la roche dont ils faisaient partie, par suite de la désagrégation de celle-ci, et que l'action séculaire des agents atmosphériques ne les a pas attaqués, soit à cause de certaines circonstances de contexture plus intime, soit à cause de la disposition des fissures par lesquelles les eaux pluviales ont pu activer la désagrégation des parties voisines. Beaucoup de ces blocs sont revêtus d'une couche assez épaisse d'hydrate de fer et de manganèse concrétionné et scoriacé qui leur donne cette couleur noire dont j'ai parlé plus haut, et qui les fait ressembler à des scories basaltiques. Peut-être est-ce à cette enveloppe qu'ils doivent d'avoir été préservés des effets de l'action désagrégeante de l'atmosphère.

Dans certains points, l'absence ou la rareté du mica et le développement plus considérable des cristaux de quartz et de feldspath font passer ce granite à une véritable pegmatite. Ce n'est là, à mon sens, qu'un accident local de composition, et la pegmatite ne me paraît pas exister en filons suivis sur l'île de Hyang-Chang. Cette roche s'y montrerait tout au plus en amas contemporains.

La seule roche que j'aie rencontrée sur cette île en filons ou dykes que l'on peut suivre des bords de la mer jusqu'aux sommets les plus élevés, est un quartz hyalin blanc, fréquemment agrégé avec du talc chlorité vert qui semble plutôt y entrer comme substance accidentelle que comme élément de composition. Ces filons, dont l'épaisseur varie de quelques décimètres jusqu'à un et même deux mètres, n'ont pas été atteints par les accidents de désagrégation, et produisent cette illusion dont j'ai parlé et qui contribue à donner à toutes ces îles l'aspect de vastes ruines.

Autant les sommets et les pentes sont arides et nus, autant les vallées sont fertiles et cultivées. Tous les éléments du granite ont été entraînés par les eaux pluviales et sont venus se déposer dans le fond de la vallée, où les actions chimiques leur ont communiqué une puissance fertilisante; là s'est formée une terre végétale argileuse et arénifère qui repose sur une roche assez massive pour lui permettre de conserver l'eau nécessaire au développement de la vie végétale.

Au fond d'un des ravins de cette île, j'ai rencontré des fragments d'un micacite à grains fins, fortement ferrugineux et d'une belle syénite porphyroïde. Tous mes efforts pour trouver les micacites en place ont été infructueux; mais si le fait de la présence de cette roche en ce point assez éloigné pour que l'on ne puisse admettre qu'elle y a été apportée, n'est pas suffisant pour conclure que l'on trouverait dans le voisinage des terrains appartenant au grand étage des micacites, et que les masses de granite ne seraient peut-

être que les lambeaux d'un énorme amas transversal qui viendrait couper les strates appartenant à ce système, du moins ce fait peut-il en justifier jusqu'à un certain point la supposition.

La presqu'île de Macao est formée par un massif de collines hautes de 120 à 130 mètres, réuni à l'île de Negao-men par cet isthme bas et étroit sur lequel s'élève la muraille qui sépare le territoire concédé aux Portugais du céleste empire.

Ces collines sont beaucoup moins arides que celles des îles voisines; ce qui tient probablement à ce que les constructions ont retenu les terres. Elles sont formées d'un granite à feldspath gris, fréquemment amphibolifère et pyritifère, qui empâte souvent des rognons de même nature, où l'élément micacé surabonde, et qui ont une tendance à prendre la texture schistoïde. Les filons qui coupent ce granite, dont la couleur diffère de celui de l'île Ribeira, y sont beaucoup plus nombreux et plus variés. Presque tous ils ont une direction perpendiculaire au rivage, et, comme près du bord de la mer où la surface des roches est nue et nettoyée par les eaux, ils sont beaucoup plus faciles à voir; c'est là que je les ai spécialement étudiés.

Le premier filon qui se présente en suivant la côte au N. E. de Macao, est formé d'une pegmatite commune, rose, un peu micacée et fortement pénétrée de talc vert. Cette dernière substance, que nous avions déjà trouvée dans les filons de quartz de l'île Ribeira, s'incorpore en certains points à la pâte de la roche

qui devient alors une protogyne. Ce filon, qu'il n'est pas possible de suivre bien loin, parce qu'il se perd sous la terre végétale, n'a qu'une faible épaisseur.

Plus loin on rencontre un filon de quartz hyalin, épais de 5 à 6 centimètres, que l'on peut suivre jusqu'au sommet de la colline sur la surface de laquelle il est en saillie, et qui est quelquefois mélangé de talc. Ce filon présente une circonstance particulière. La matière quartzeuse qui le forme et qui n'a souvent avec le granite qu'il traverse qu'une faible adhérence, est compacte près des deux parois verticales et cristallisé au centre en prismes hexaèdres, souvent assez beaux, qui s'appuient sur les faces latérales et qui sont développés horizontalement. Entre ces cristaux, il reste un vide résultant de leur entre-croisement, et après avoir détaché un fragment de toute la largeur de la veine, il est facile de le séparer en deux morceaux présentant l'un et l'autre de belles cristallisations.

Il est évident que longtemps après la formation du granite, une dislocation aura développé des fissures dont les parois se sont recouvertes de matière quartzeuse, et qu'ensuite, par une circonstance particulière, la masse fluide centrale n'étant plus en communication avec les fissures, a cessé de fournir la matière qui les remplissait; ce qui a permis à celle qui y était précédemment arrivée de cristalliser sans obstacles.

Dans les fissures du granite, on rencontre fréquemment des rognons mamelonnés de fer hydraté brunâtre et de petites veines d'hydrate de manganèse

tout à fait semblables aux concrétions qui recouvrent les blocs disséminés dont il a été parlé plus haut, et à la présence desquels j'ai cru pouvoir attribuer l'isolement dans lequel ils se trouvent.

A quelque distance, se présente un filon plus épais et dont la composition est plus compliquée. Sa masse est formée d'un agrégat de quartz et de talc chlorité vert qui s'y présente en belles veines, et contient de nombreuses et belles variétés de chaux fluatée cristallisée dans le système cubique, et présentant de belles teintes blanches, vertes, violettes et rouges. Ce filon, qui adhère fortement au granite, va se perdre sous un bloc d'une belle protogyne porphyroïde qui, probablement avant la désagrégation du granite avec lequel je suppose qu'il était en contact, faisait lui-même partie du filon. De nombreux et beaux échantillons de cette chaux fluatée ont été récoltés, et quelques-uns ont été détachés de la collection géologique et figurent dans les galeries minéralogiques du Muséum.

En suivant toujours le rivage, on arrive à un filon de pegmatite rose à grains très-fins dont le feldspath est souvent altéré, et qui, par sa manière d'être et sa composition, pourrait en certains points être confondu avec une arkose et même une métaxite, si sur place on n'observait pas tous les passages à la pegmatite, et si son gisement ne venait pas avertir que cette roche doit être rapportée à celles de consolidation primitive et d'origine ignée.

Enfin, dans le fond d'une profonde crevasse ou-

verte dans le granite, se trouve un filon vertical rempli d'une roche d'un noir verdâtre, adélogène, à surface scoriacée comme celle d'un basalte, souvent amygdalaire et contenant de grands et beaux cristaux de spath calcaire très-blanc et très-laminaire. La détermination de cette roche est assez difficile, car elle a tous les caractères extérieurs des laves basaltiques, mais M. le professeur Cordier l'a rangée dans les porphyres protogyniques, et elle figure sous ce nom au Muséum. Je n'ai rencontré cette substance qu'en ce point, mais je suppose que la roche dont parle M. le missionnaire Callery, dans sa lettre à la Société géologique de France (1), et qu'il a rencontrée au S. de Macao, est la même que celle-ci.

Les blocs qui jonchent le sol sont moins nombreux sur la presqu'île de Macao que sur l'île Ribeira et les autres de l'archipel. Tous ceux que j'y ai rencontrés sont formés de la roche même sur laquelle ils reposent. Deux d'entre eux, qui se trouvent dans un des jardins de Macao, sont adossés l'un à l'autre et laissent entre eux un vide que l'on désigne sous le nom de grotte du Camoëns. C'est là que le poëte portugais, après avoir échappé au naufrage, a mis la dernière main à sa Lusiade.

Des granites et des pegmatites tout à fait semblables à ceux de Macao se retrouvent dans les environs de Canton sur le continent chinois; mais sur une des îles qui s'élèvent au-dessus du Tigre, sur la

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VIII, p. 234.



route de Macao à Canton, il existe des couches horizontales d'un phyllade violet micacé qui indique la présence en ce point d'un terrain d'une origine plus récente.

La rivière sur laquelle est bâtie la ville de Canton, et que les Européens ont nommée le Tigre, est le Pekiang des Chinois. D'après sir Georges Staunton, qui accompagna lord Macartney en Chine, ce fleuve coule au N. de Canton, entre deux chaînes de montagnes calcaires qui tantôt se rapprochent, tantôt s'écartent des bords, de manière à former des vallées étroites ou spacieuses. Les hauteurs sont roides, escarpées et couvertes de mélèzes qui croissent dans un sol sablonneux mêlé d'un peu d'argile.

La constitution géologique du sol du vaste empire chinois est bien peu connue. A l'époque où les Européens pouvaient y pénétrer, la science était dans son enfance; aussi ne trouve-t-on guère dans les anciens auteurs que des énumérations rarement exactes de minéraux, sans détails sur les gisements. Par eux on sait que l'or et l'argent abondent dans les provinces méridionales et occidentales, et que dans les hautes montagnes de l'O. on exploite du cuivre, de l'étain, du plomb et des pierres gemmes. Les pegmatites qui s'y trouvent fournissent le petunsé et le kaolin qui entrent dans la composition de la porcelaine.

Les terrains à l'E. seraient formés jusque près du bord de la mer de calcaires anciens à débris organiques, de grès et d'autres roches secondaires dans lesquelles on exploite d'immenses amas de houille

et de sel gemme; c'est dans l'arrondissement de Kia-ting que le sel gemme est le plus abondant, et dans les environs de Péking, qu'il y a d'immenses exploitations de houille. Ce précieux combustible est mou, gras, friable, et analogue à celui que l'on désigne en Angleterre sous le nom de *cannel coal.*

Les Chinois mélangent la poussière de charbon avec égale partie d'une terre molle qui peut-être tient de la nature de la tourbe, et ils font ainsi des briques qu'ils font sécher au soleil, et qui sont ensuite transportées dans les districts privés de charbou (1). Il serait singulier que l'usage qui s'est depuis quelques années répandu en France d'employer la houille en mélange avec certaines terres pour faire des briquettes ou bûches économiques, nous vînt de la Chine.

D'après toutes ces données, il paraît probable que le sol est formé en Chine de terrains analogues à ceux que l'on a étudiés en Europe, et que les observations que l'on y ferait conduiraient à conclure que les terrains du même âge sont d'autant plus uniformes sur toute la surface du globe qu'ils sont plus anciens, et que les plus récents qui sont d'une nature minéralogique différente, quoiqu'ils soient synchroniques, ont entre eux de nombreuses analogies.

Les Chinois possèdent en abondance une substance qu'ils savent rendre précieuse : c'est le jade, qu'ils nomment *yu.* La perfection de leur travail est telle, que l'on a cru longtemps que cette matière

(1) *Voyage de Macartney*, tome 6.

était un talcite travaillé tendre et durci ensuite par le feu; mais depuis que l'on a trouvé le jade en Corse, dans les terrains de talcite cristallifère, cette hypothèse n'est plus admissible. Cette roche est travaillée dure, et pour cela les Chinois emploient un émeri infiniment supérieur au nôtre, et qu'ils obtiennent par la trituration des cristaux de corindon qu'ils ont en abondance.

Le jade, cette roche si dure et si parfaitement uniforme, que M. Cordier considère non comme un mélange, mais comme une sorte d'alliage moléculaire entre le feldspath et le talc compacte qui se seraient pénétrés mutuellement, gît en Corse en rognons placés dans les talcites cristallifères et analogues pour leur position, leurs formes et leur abondance aux silex de la craie. En Chine son gisement est probablement le même, mais cette roche n'a pas encore été vue en place.

C'est principalement à Yarkiang, dans le Turkestan chinois, que l'on trouve ce minéral, qui est tellement estimé des Chinois que le gouvernement en a le monopole; mais on ne le cherche pas dans les montagnes, on le recueille dans le lit d'une rivière qui en roule des morceaux qui ont jusqu'à un pied de diamètre. La pêche du jade se fait sous la surveillance d'un inspecteur, avec presque autant de précautions que l'on en prend au Brésil pour la recherche des diamants. Le jade est de diverses couleurs; les plus estimées sont le blanc de neige marbré de rouge et le vert veiné d'or.

Les Chinois emploient à une foule d'usages domestiques un alliage qu'ils nomment *pé-tung*, et les Européens cuivre blanc. Il ressemble à l'argent, a le grain serré et est susceptible d'un beau poli. Ils le composent de cuivre, de zinc, avec un peu d'argent, de fer et de nickel. Pour l'obtenir, il paraît qu'après avoir allié le cuivre avec l'argent, le fer et le nickel, ils exposent l'amalgame qui en résulte à la vapeur du zinc soumis à un feu très-vif; le métal vaporisé pénètre la substance et s'y incorpore.

Le séjour de *la Bonite* à Macao dura 22 jours. Pendant cet intervalle, les vents furent généralement de la partie du N. E. Les températures furent extrêmement variables, et le thermomètre descendit beaucoup plus bas que l'on ne pouvait s'y attendre par cette latitude. Les moyennes de chaque journée varièrent pour l'air entre 18°,1 et 8°,5, le maximum ayant été de 22°,1 et le minimum de 6°,2; pour l'eau elles furent entre 9°,3 et 17°,3, maximum 20°,2, minimum 6°,1'. Sur 528 observations, la mer fut 297 fois plus chaude et 183 fois plus froide que l'air.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DES ENVIRONS DE MACAO.

---

441. Marne arénifère jaunâtre, contenant des graviers quartzeux et feldspathiques.

Rapportée par une ancre mouillée par 7 mètres en rade de Macao.

---

§ 1. ILE HYANG-CHANG.

442. Granite jaunâtre un peu altéré, formé de grains moyens de feldspath jaunâtre et rougeâtre, de quartz blanc vitreux, et de mica noir un peu altéré.

A la partie E. de l'île, près du bord de la mer.

442 *bis*. Même roche, à feldspath blanchâtre passant à l'état de kaolin.

Même gisement.

443. Granite à grains moyens, très-peu micacé, avec zones très-tranchées où le feldspath et le quartz

sont fortement colorés en rouge par suite d'infiltrations ferrugineuses.

A 2 mètres au-dessus du niveau de la mer.

444. Pegmatite commune blanchâtre, à grains moyens, très-altérée, contenant quelques cristaux d'amphibole noir grenu.

En filons contemporains dans le granite.

445. Même roche, moins altérée.

Même gisement.

446. Granite très-peu micacé, à grains moyens de feldspath rose et blanc et de quartz blanc vitreux.

A 9 mètres au-dessus du niveau de la mer.

447. Même roche à feldspath rougeâtre.

A 10 mètres.

448. Pegmatite commune, porphyroïde, à grains moyens de feldspath rose et de quartz blanc, contenant quelques petits cristaux d'amphibole grenu vert.

En filons contemporains dans le granite.

448 *bis*. Pegmatite commune, à grains fins, décomposée. Le kaolin y prend toutes les teintes du rouge brun au blanc.

A 20 mètres.

449. Même roche, un peu micacée.

A 27 mètres, au contact des masses granitiques.

450. Granite à grains moyens, complétement décomposé et dont le feldspath a passé presque à l'état d'argile bolaire. Le mica y est devenu jaune et a perdu toute élasticité; mais il conserve quelques reflets métalliques.

Ce granite prend toutes les teintes du jaune foncé au blanc.

A 33 mètres.

451. Quartz hyalin blanc, géodique, empâtant des fragments anguleux de talc chlorité d'un vert pâle.

En filons verticaux dans le granite.

452. Agrégat de quartz blanc et de talc chlorité vert.

Même gisement.

453. Agrégat de quartz blanc et de feldspath jaune rosâtre.

Même gisement.

454. Granite à grains moyens, porphyrique, à feldspath jaunâtre et brunâtre, empâtant des fragments de gneiss à grains très-fins, à feldspath blanc et gris, et à très-petites lamelles de mica.

A 17 mètres.

455. Syénite porphyroïde, à grains moyens, formée de feldspath gris et d'amphibole noir, avec cristaux disséminés de feldspath rosâtre. Cette roche est analogue à la syénite feuille-morte des Vosges.

D'un bloc gisant sur le sol en un point où la roche sur laquelle il repose n'est pas visible.

456 et 457. Hydrate de fer mêlé d'hydrate de manganèse.

En plaques noirâtres mamelonnées, épaisses de 1 à 2 centimètres, qui recouvrent la surface du bloc de syénite.

458. Micacite à grains très-fins, fortement pénétré d'infiltrations ferrugineuses qui le colorent par places en teintes rougeâtres, noirâtres et jaunâtres.

En fragments dans un ravin de l'île Hyang-Chang.

459. Syénite porphyroïde, à grains moyens de feldspath jaunâtre et d'amphibole noir, et à cristaux disséminés de feldspath rose violâtre.

En fragments dans le même ravin.

---

§ 2. PRESQU'ILE DE MACAO.

460 et 461. Granite à grains fins de feldspath gris, quartz blanc et mica noir, amphibolifère. Dans une

partie de la roche, le feldspath un peu altéré a pris une couleur jaune brunâtre.

Près du bord de la mer, au N. E. de la ville.

462. Même roche, mais où le feldspath n'a subi aucune altération.

Même gisement.

463. Même roche, porphyrique, à grains moyens de quartz hyalin blanc, de feldspath blanc et de mica noir, contenant de gros cristaux disséminés de feldspath rose.

Même gisement.

464. Pegmatite commune, à grains fins de feldspath rose et de quartz blanc, contenant quelques lamelles de mica blanc et un peu de talc vert; recouverte de dendrites ferrugineuses.

En filons dans le granite.

464 *bis*. Même roche où le talc est si abondant que la pegmatite passe à la protogyne.

Même gisement.

465. Quartz hyalin blanc, caverneux, recouvert de talc compacte verdâtre, avec veines de talc chlorité vert noirâtre, parallèles à la face naturelle du filon.

En filons dans le granite.

466. Argile jaunâtre, arénifère, résultant de la dés-

agrégation du granite et de la décomposition du feldspath.

Sur la colline au N. E. de Macao, à une hauteur d'environ 100 mètres.

467. Quartz hyalin blanc, en filons verticaux épais de 4 à 6 centimètres, compacte aux faces naturelles des filons, et cristallisé au centre en prismes s'entrecroisant, appuyés par leur base sur les deux faces verticales de ceux-ci.

468. Granite porphyroïde, à grains moyens, amphibolifère et pyritifère; à feldspath gris et cristaux disséminés de même substance, mais rosâtre; empâtant un rognon de même roche très-micacée, à grains très-fins, contenant de petits cristaux de sphène jaune rougeâtre (*titane silicéo-calcaire*).

Près du bord de la mer.

469. Granite porphyroïde, à gros grains, à grands cristaux de feldspath rose, amphibolifère, contenant de grands rognons sphéroïdaux de granite à grains très-fins.

Même gisement.

470. Fer hydraté brunâtre.

En plaques et rognons mamelonnés dans les fissures du granit.

471. Quartz hyalin blanc, avec veines de talc

chlorité vert foncé, parallèles aux faces du filon.
En filons dans les granites.

472. Agrégat de quartz blanc et jaune avec talc chlorité compacte et chaux fluatée blanche et violette.
Forme dans le granite une veine perpendiculaire au rivage et épaisse de 50 centimètres.

472 *bis*. Même agrégat avec feldspath rose et talc vert contenant des géodes tapissées de cristaux cubiques de chaux fluatée.
Même gisement.

472 *ter*. Agrégat très-caverneux de feldspath rose et de quartz blanc mélangé de matières talqueuses.
Même gisement.

473. Protogyne porphyroïde, quartzifère, formée de feldspath rose et de talc vert disposé par lits.
En gros blocs gisant sur le prolongement du filon contenant de la chaux fluatée.

474. Quartz hyalin mélangé de matières talqueuses, grenu aux faces naturelles du filon, cristallisé au centre.

475. Agrégat de quartz blanc grenu et de talc chlorité.
Roche de filon.

475 *bis*. Même roche, très-pyritifère.
Roche de filon.

476. Agrégat de quartz blanc et de talc verdâtre.
Même gisement.

477. Pegmatite commune, à grains très-fins de feldspath rouge et de quartz blanc, un peu micacée.
En veines dans les granites.

478. Même roche, où le feldspath a commencé à s'altérer et à prendre une teinte blanchâtre.
Même gisement.

479. Même roche, plus altérée.
Même gisement.

480 et 481. Même roche, jaunâtre, très-altérée. Cette pegmatite présente tous les caractères des métaxites, et pourrait facilement être prise pour une roche sédimentaire.
Même gisement.

482. Porphyre protogynique (1), amygdalaire, à

(1) *Porphyre protogynique*. R. De la famille des roches talqueuses. Formée d'une pâte compacte de feldspath, de quartz et de $\frac{1}{7}$ ou $\frac{1}{8}$ de matière talqueuse, contenant des cristaux disséminés de feldspath.

Se trouve le plus souvent à l'état stratiforme dans les terrains de talcite phylladiforme, mais paraît quelquefois en amas transversaux.

pâte noire, grisâtre et jaunâtre, avec nombreuses amandes blanches de carbonate de chaux.

En dykes verticaux dans le granite.

483. Même roche, cellulaire et scoriacée à la surface.

Provient de la face supérieure du dyke.

484. Même roche, avec nombreuses infiltrations calcaires.

Même gisement.

485 et 486. Même roche (1), à pâte verdâtre, avec infiltrations calcaires.

De l'intérieur du dyke.

487. Même roche, avec un grand cristal de chaux carbonatée blanche laminaire.

Même gisement.

488. Même roche, avec amandes calcaires.

Même gisement.

489. Granite porphyroïde à grains moyens, rougeâtre.

Provient d'un bloc gisant sur le sol d'un jardin de

(1) Fait partie de la collection des roches au Muséum.

Macao, qui, s'appuyant sur un autre de même nature, laisse à sa partie inférieure un vide qui forme une sorte de grotte connue sous le nom de grotte du Camoëns.

---

§ 3. ENVIRONS DE CANTON.

490. Granite à grains fins, à feldspath blanc et quartz vitreux.

Des environs de Canton.

491. Granite porphyrique grisâtre, à gros grains.

Même gisement.

492. Même roche, un peu altérée.

Même gisement.

493. Granite à grains moyens, à feldspath jaunâtre.

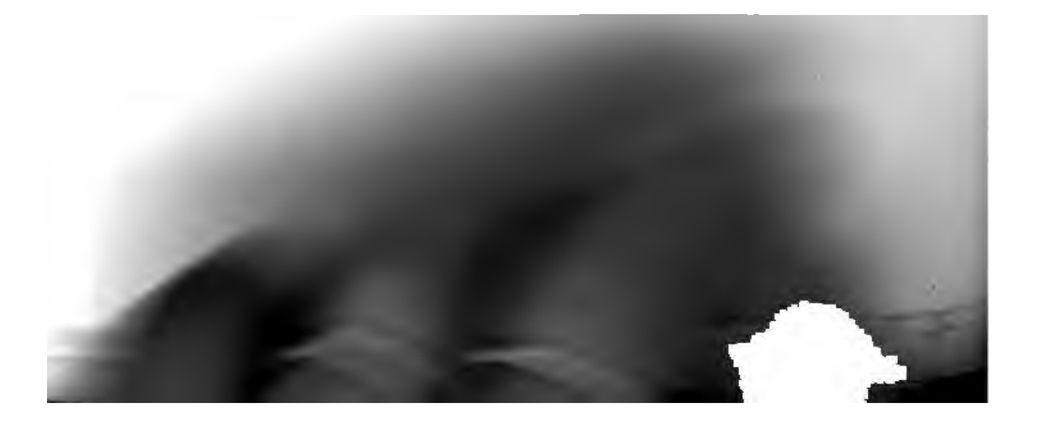
Même gisement.

494. Pegmatite à grains fins de feldspath rose et de quartz blanc, avec veines de quartz blanc.

En filons dans les granites.

495. Phyllade terreux, violet, très-micacé.

D'une colline haute d'environ 50 mètres, qui s'é-



lève du milieu des alluvions du Tigre, près le village de Chinao, sur la route de Macao à Canton.

496. Même roche, jaunâtre, un peu altérée. Même gisement.

CHAPITRE XI.

Traversée de Macao à Touranne. — Courants et observations thermométriques. — Ile d'Haïnan. — Moyen employé par les habitants pour favoriser la production des perles. — Baie de Touranne. — Presqu'île de Thien-Cha ; formes et nature du sol. — Rognons de gneiss et de micacite empâtés dans les granites. — Conséquence que l'on peut en tirer pour expliquer la formation des granites. — Filons de pegmatite. — Roches d'origine secondaire. — Explication de l'abondance du fer dans ces roches. — Accumulations de pumites. — Ile de l'Observatoire; roches primitives et de sédiment qui s'y trouvent. — Rochers de marbre. — Renseignements tirés de divers auteurs sur la constitution géognostique de la Cochinchine. — Observations météorologiques faites en rade. — Description et gisement des roches des environs de Touranne.

La mousson de N. E., que nous trouvâmes assez constante après avoir traversé le chenal des îles Ladrones, nous conduisit en cinq jours de Macao au mouillage de Touranne. Les courants, pendant cet intervalle, nous portèrent constamment au S. et à l'O., et eurent pour effet définitif de nous avancer de 13 lieues au S. et de 15 à l'O. Les températures augmen-

tèrent progressivement, et les moyennes de chaque jour varièrent pour l'atmosphère entre 14°,3 et 19°,4, le maximum ayant été de 24°,1 et le minimum de 12°,9. Quant à celles des eaux de la mer, elles furent entre 14°,8 et 19°,5, le maximum ayant été de 22°,4 et le minimum de 13°,1. Sur 96 observations faites pendant cette traversée, la mer fut 82 fois plus chaude et 11 fois plus froide que l'air.

Le 22 janvier, nous étions en vue de l'île d'Haï-nan qui s'étend au S. du continent chinois et qui n'en est séparée que par un étroit canal praticable seulement à la navigation des jonques. La constitution géologique de cette île est peu connue; on sait seulement que la partie méridionale est formée de hautes montagnes dans lesquelles se trouvent des mines d'or et qui sont probablement de formation primordiale, et que la partie septentrionale est basse et fournit des argiles colorées que l'on envoie à Canton où elles sont employées pour la coloration des porcelaines.

Les habitants de ce pays, sur les côtes duquel on pêche l'huître perlière, savent, dit Malte-Brun, forcer le mollusque à produire le suc calcarifère qui en se durcissant devient une matière si précieuse. Ce moyen consiste, suivant quelques auteurs, à introduire une ficelle à laquelle sont attachées des boules de nacre entre les coquilles, au moment où l'animal les ouvre; suivant d'autres, à y enfoncer un fil d'archal. L'animal blessé recouvre ses blessures d'un suc qui devient de la nacre ou même des perles. Des pratiques semblables étaient connues des anciens; mais leur effi-

cacité ne nous paraît pas parfaitement constatée.

Le 25, nous mouillâmes dans la magnifique baie de Touranne, dont l'entrée est située par 15° — 10' de latitude N. et au fond de laquelle est bâtie la ville qui porte le même nom.

A quelque distance de la mer règne une chaîne de montagnes élevées qui s'éloignent de la côte au S. de la baie, mais qui s'en rapprochent au N. en se dirigeant à peu près du N. O. au S. E. Une ramification de ces montagnes, se dirigeant vers le N. E. perpendiculairement à la direction générale, vient former la partie N. de la baie, en se terminant à l'E. par l'île de Collao-han. Une langue de terre, basse et sablonneuse, sur laquelle s'élève la ville et où coule une rivière qui descend des montagnes du S., vient rattacher au continent la presqu'île de Thien-chà, massif montagneux qui ferme la baie et l'abrite des vents du large. Entre cette presqu'île et la pointe avancée du continent, existe un beau passage où une flotte entière pourrait manœuvrer avec sécurité.

La presqu'île de Thien-chà, près de laquelle nous étions mouillés, et l'île que M. l'amiral Laplace a nommée, lors de son voyage sur la corvette *la Favorite*, île de l'Observatoire, sont les deux seuls points que la défiance des Cochinchinois, qui se rappellent encore qu'en 1787 la baie de Touranne avait été cédée à la France, nous ait permis d'explorer. Ce que nous allons dire ne s'appliquera donc qu'à ces deux ...ts.

...montagnes qui forment la presqu'île sont à

pentes douces et à sommets arrondis, et rappellent, par leur forme et surtout par la puissante végétation qui les recouvre, celles qui dominent la baie de Rio-Janeiro. Leur hauteur peut être évaluée approximativement à 1000 ou 1200 mètres. La roche qui les forme est un granite gris ou jaune, à grains moyens, fréquemment infiltré d'hydrate de fer dont la décomposition sur place a fourni une terre argileuse rougeâtre, assez épaisse, à laquelle les détritus végétaux, accumulés depuis des siècles dans les bois où la cognée n'a jamais retenti, sont venus apporter de nouveaux éléments de fertilité.

De nombreux blocs isolés recouvrent ces montagnes; mais ils sont moins fréquents qu'à Macao et frappent moins la vue, parce qu'ils sont souvent enveloppés par une couche de terre et recouverts de végétation. On n'y remarque donc plus ces masses en équilibre sur un sol nu et dépouillé, qui donnaient un aspect si particulier aux îles de l'archipel de l'embouchure du Tigre. Sur les bords de la mer, il existe un grand nombre de ces blocs amoncelés.

Le granite de Touranne contient fréquemment des fragments anguleux et des rognons de gneiss et de micacite qui sont empâtés et enveloppés de toutes parts par le granite. On les distingue facilement de la roche qui leur sert d'enveloppe, parce que celle-ci n'offre pas la moindre trace de stratification, et que les éléments constituants y sont distribués confusément, tandis que le gneiss et le micacite sont formés de feuillets tantôt plats, tantôt plissés et con-

tournés. Les éléments constitutifs de ces roches étant à peu près les mêmes, on pourrait croire au premier abord que les accumulations particulières de mica et de feldspath, ou de mica et de quartz, sont des jeux de cristallisation; mais le doute à ce sujet cesse bientôt, si l'on remarque que ces rognons ont non-seulement la composition du gneiss et la disposition stratifiée, mais encore qu'ils contiennent un minéral accidentel qui ne se rencontre jamais dans le granite et qui est tout à fait particulier au gneiss, le grenat. Il ne peut donc rester aucun doute que ces fragments ne soient réellement des gneiss, et pour expliquer leur présence, il faut admettre que le granit s'est élevé par des hyatus ouverts au milieu des couches de gneiss et de micacite déjà formées et consolidées, et que dans son passage au travers de ces roches, il en aura détaché et empâté des fragments. Il est probable que la consolidation du gneiss n'était pas complète, puisque certains échantillons nous montrent des fragments qui ont cédé à la compression qui s'est exercée sur eux, et dont les feuillets sont contournés. La consolidation des micacites devait, lors de l'éruption des granites, être plus avancée, puisque cette circonstance ne s'est pas présentée; et cela est conforme au fait que nous avons déjà énoncé, que dans les terrains primordiaux, les plus anciennement consolidés sont ceux qui se montrent supérieurs aux autres.

De nombreux filons de quartz blanc fortement pyritifère et de pegmatite commune à gros grains, où

le feldspath est rosâtre, et où le quartz, diversement coloré, a un aspect pseudo-fragmentaire, se montrent dans les granites et s'élèvent souvent à quelques mètres au-dessus de la surface du sol. Leurs parois sont fréquemment imprégnées d'hydrate de fer.

Dans le fond des vallées et en certains points du rivage, existe un système essentiellement différent qui atteint une hauteur d'environ 4 mètres au-dessus du niveau de la mer. La partie inférieure est formée d'un poudingue à galets roulés de quartz et de feldspath, provenant des roches primordiales, réunies par un ciment abondant de fer hydraté. Aux galets se joignent fréquemment des fragments anguleux des mêmes roches, et le poudingue devient alors une brèche.

Sur cette roche, est une couche peu épaisse d'un grès quartzeux, à grains grossiers de quartz qui offrent cette circonstance particulière, qu'ils sont tous revêtus d'un enduit ferrugineux noir, comme si avant d'être réunis ils avaient été tenus en suspension dans un liquide saturé de fer. Le ciment qui les réunit est une argile rougeâtre. Ces deux assises ne m'ayant fourni aucun débris fossile, il est à peu près impossible de déterminer leur âge; seulement, comme ce système est démantelé et n'existe pas partout au même niveau, on peut regarder comme probable qu'il appartient à une époque antérieure à celle dans laquelle nous vivons.

L'excessive abondance de l'hydrate de fer peut facilement se concevoir. Les filons de pegmatite sont



très-fortement pyritifères, l'argile résultant de la décomposition du feldspath est conséquemment très-ferrugineuse, et les influences atmosphériques ont probablement eu pour effet de changer l'état du minéral et de le faire passer à l'état d'hydrate.

Les plages sont partout recouvertes d'un sable blanc quartzeux sur lequel reposent des blocs de toute dimension, en beaucoup plus grande abondance que sur les hauteurs; les uns ont été isolés sur place, les autres proviennent des montagnes voisines. Les blocs appartiennent soit au granite, soit à la pegmatite, soit au quartz pur des filons, et ces derniers sont plus abondants que les autres, le quartz pur étant à peu près inattaquable par les influences atmosphériques.

Sur le sable de l'une des plages, il existe de considérables accumulations de galets arrondis de pumite porphyroïde à pâte blanche ou grisâtre, que la mer a dû y apporter. La plage sur laquelle elles se trouvent, étant à la partie N. O. de la presqu'île, du côté qui regarde les côtes du continent, il n'est pas probable que ces pumites proviennent d'une des îles volcaniques de la mer de Chine, puisque alors on les trouverait déposées sur une des plages de l'E. Il est plus naturel de supposer qu'elles proviennent du continent, et probablement de certains sommets coniques, situés à la partie N. de l'entrée, dont les formes accusent une origine volcanique. La nature de la roche ne peut en aucune manière fixer sur le point de savoir si le volcan qui les a produits est en activité ou s'il est éteint, et la seule conclusion que l'on

puisse tirer de la présence de ces pumites, est celle que dans le voisinage il existe des volcans à laves feldspathiques.

A 500 mètres à l'O. de la partie N. O. de la presqu'île, est l'île de l'Observatoire, sur laquelle nos observations magnétiques ont été faites. Elle ne s'élève pas à plus de 4 à 5 mètres au-dessus du niveau de la mer, et le sol y est recouvert de blocs amoncelés dans les intervalles desquels la terre végétale s'est introduite. Le granite qui la forme est de même nature que celui de Thien-chà, et les mêmes filons s'y rencontrent; seulement, ils sont plus difficiles à rencontrer à cause de la végétation puissante qui recouvre l'île. Le gneiss ordinaire ou leptinoïde s'y rencontre fréquemment en rognons, et les feuillets en sont souvent plissés et contournés. Les conglomérats et poudingues ferrugineux ne s'y montrent pas, et non-seulement je n'en ai point trouvé de couches, mais encore je n'en ai vu aucun indice dans les débris de roches accumulées sur certains points. Ces poudingues paraissent remplacés par un banc peu épais de molasse violâtre, dans la composition duquel il entre un nouvel élément, le calcaire, que je n'ai nulle part observé en place dans les roches primordiales des environs.

Cette molasse, dont le sédiment est une marne d'un rouge violâtre, forme une couche de 2 mètres reposant sur le granite, à la partie E. de l'île, et la partie supérieure de la couche s'élève à 4 mètres au-dessus du niveau de la mer; mais comme cette couche n'existe pas dans certaines parties de l'île où la

hauteur est inférieure à celle-là, on peut la considérer aussi comme démantelée et probablement comme synchronique du dépôt ferrugineux qui atteint le même niveau sur la presqu'île, et dont il n'existe aussi que des lambeaux discontinus.

Au S. de Touranne, la côte est basse et l'isthme sablonneux qui joint la presqu'île au continent se prolonge à une assez grande distance. C'est sur cette côte, à 5 milles environ de la ville, que s'élèvent les *rochers de marbre* dont tous les voyageurs ont parlé, mais que nous n'avons pas pu visiter. Ils forment un massif qui atteint la hauteur de 100 à 130 mètres, et qui ne se rattache par aucune ramification à la chaîne de montagnes dont il a été question au commencement de ce chapitre.

La roche principale qui s'y montre, dont de beaux échantillons ont été rapportés par l'expédition de *la Thétis*, est un calcaire taleifère blanc rosâtre, où les parties talqueuses se détachent en lignes vertes transversales au délit. D'après quelques-uns des échantillons de cette même collection de *la Thétis*, il semblerait que les terrains de la période phylladienne sont représentés en ce lieu par deux roches sédimentaires, un calcaire phylladien bleu turquin et un phtanite. On y a trouvé aussi un grès argileux qui pourrait bien être du même âge que la molasse dont j'ai parlé plus haut. De belles cavernes naturelles se montrent dans ce massif, et on y a construit un temple en l'honneur de Buddha, quoique le culte de cette divinité ne soit pas la religion dominante de la Cochinchine.

On n'a que de bien faibles notions sur la constitution du sol de la Cochinchine; mais tout ce que l'on connaît sert à confirmer l'hypothèse que les lois de formation des terrains que l'on a reconnues pour nos contrées civilisées, sont applicables à cette partie du globe. M. Crawford a pu examiner la grande chaîne du N. de Hue-fo à Touranne, et l'a trouvée exclusivement composée de granite à filons de quartz; d'après cet auteur, cette chaîne, qui prend naissance au cap Saint-James, par 10°—10′ de latitude, se prolongerait vers le N. jusqu'à la plaine d'alluvion de la grande rivière du Tonkin, par 20°—40′. Les montagnes de la Cochinchine ont des mines d'or, d'argent et de fer.

Pendant le séjour que fit *la Bonite* en rade de Touranne, et qui se prolongea jusqu'au 4 février, les températures moyennes de l'air varièrent entre 19°,6 et 21°,6, le maximum ayant été de 27°,9 et le minimum de 17°,0. Celles de la mer varièrent entre les mêmes limites, le maximum ayant été de 24°,7 et le minimum de 17°,4. Sur 264 observations, la mer fut 146 fois plus chaude et 44 fois plus froide que l'air. Les vents sous l'influence du voisinage de la terre furent variables, quoique la mousson de N. E. continuât à régner au large.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DES ENVIRONS DE TOURANNE.

§ I. PRESQU'ILE DE THIEN-CHA.

497. Pumite (1) porphyroïde, à pâte blanche ou gris-verdâtre, très-poreuse et très-légère, contenant quelques cristaux de feldspath et de pyroxène.

En galets arrondis sur une plage de l'entrée de la baie.

498. Granite à grains moyens de quartz blanc, de mica noir et de feldspath prenant toutes les teintes du blanc au gris et au jaune rougeâtre, contenant un fragment de gneiss leptinoïde. Dans le voisinage du gneiss, le granite a perdu une partie de son mica et a presque passé à l'état de pegmatite.

En gros blocs sur la plage.

(1) *Pumite*, R. de la famille des roches vitreuses.

Cette roche est composée des mêmes éléments minéralogiques que les laves feldspathiques, mais au lieu d'être simplement agrégés, ces éléments s'y trouvent à un état d'alliage moléculaire particulier. La pumite diffère de la rétinite en ce qu'elle ne contient pas d'eau de combinaison, et de l'obsidienne en ce que le dégagement des matières gazeuses y a développé des nombreuses boursouflures.

Son gisement est le même que celui des trachytes et des autres laves feldspathiques.

499. Même roche, superficiellement cariée par suite de la décomposition et de l'absence du feldspath.

Même gisement.

499 *bis*. Même roche à gros rognons de micacite feuilleté.

Même gisement.

500. Gneiss leptinoïde, d'un noir verdâtre, à grains très-fins et cassure écailleuse.

En rognons sphériques de 12 à 15 centimètres de diamètre, empâtés dans le granite.

501. Gneiss décomposé rougeâtre et jaunâtre, sur-micacé, un peu quartzifère et presque friable.

En blocs sur les sables de la plage.

502. Quartz en masse, pseudo-fragmentaire, blanc et rougeâtre.

Roche de filon s'élevant à 4 ou 5 mètres au-dessus du niveau de la mer.

503. Pegmatite commune, à très-gros grains, formée de quartz blanc rosâtre pseudo-fragmentaire et de feldspath rose superficiellement coloré par de l'hydrate de fer.

En filons dans les granites.

504. Même roche, avec veines d'hydrate de fer mamelonné, noir métallique et jaune terreux.

Même gisement.

505. Fer hydraté noirâtre, compacte, avec fragments d'un poudingue formé de galets roulés de feldspath blanc et de quartz, à ciment très-abondant de fer hydraté.

Forme une assise horizontale, épaisse d'environ 1 mètre, à 9 mètres au-dessus du niveau de la mer, près de la plage.

505 *bis*. Plusieurs échantillons de fer hydraté compacte et de brèches et poudingues quartzeux et feldspathique, à ciment de fer hydraté.

De la même couche.

506. Brèche de même nature, à ciment moins abondant. Dans les mêmes échantillons, il se présente de gros fragments anguleux et de petits galets roulés.

Même gisement.

507. Conglomérat à très-gros fragments de quartz où le ciment ferrugineux s'est disposé en géodes dans lesquelles le fer hydraté est mamelonné et cristallisé.

Même gisement.

508. Grès quartzeux, formé de gros grains de quartz blanc, tous recouverts d'un enduit de fer hydraté noirâtre, avec ciment d'argile rougeâtre.

En couches horizontales, supérieures à celles de conglomérat et de brèche quartzeuse.

508 *bis*. Même roche, avec galets et fragments anguleux de quartz très-blanc à la cassure, mais recouverts à la surface naturelle d'un enduit noirâtre.

Même gisement.

509. Quartz en masse, d'un blanc jaunâtre, très-pyritifère et recouvert de mica à la face naturelle du filon.

En filons dans le granite.

510. Même roche, violâtre, mélangée de matière talqueuse.

Même gisement.

511. Même roche d'un blanc grisâtre, un peu caverneuse, avec nombreux cristaux de pyrite ordinaire.

Même gisement.

512. Granite à grains moyens, un peu altéré, à feldspath gris et jaune, avec fragments de gneiss leptinoïde sur-micacé.

Des rochers du bord de la mer.

513. Gneiss sur-micacé, où le mica et le feldspath se montrent en lignes parallèles, mais plissées et contournées.

En fragments arrondis dans le granite précédent.

514. Micacite noirâtre à couches planes, dans un granite blanc jaunâtre altéré.



Dans les granites, à 3 mètres au-dessus du niveau de la mer.

515. Même roche.

Recueillie à 5 mètres au-dessus du niveau de la mer.

516. Granite à grains moyens, avec fragments de gneiss leptinoïde.

A 6 mètres de hauteur.

517. Même roche.

A 50 mètres.

518. Même roche.

A 120 mètres.

519. Même roche.

A 170 mètres.

520. Même roche, à surface cariée par suite de la décomposition et de l'absence du feldspath.

A 270 mètres.

521. Même roche, un peu altérée.

Au sommet des montagnes de la presqu'île de Thien-chà.

---

§ II. ILE DE L'OBSERVATOIRE.

522, 523 et 524. Granite à grains moyens, formé de feldspath blanc et jaune, de quartz blanc et de mica noir.

A 10 mètres au-dessus du niveau de la mer.

525. Gneiss contourné, sur-micacé, à mica noir et rougeâtre.

En rognons dans le granite.

526. Quartz compacte blanc, à veines grises et noirâtres.

En filons dans le granite.

527. Micacite noirâtre, où le mica et le quartz sont disposés en lits plans et parallèles.

En fragments dans le granite.

528. Même roche, dans un granite jaunâtre à grains moyens.

De l'île de l'Observatoire.

529. Granite d'un blanc grisâtre, à grains moyens, recouvert d'une couche de fer oligiste rouge.

530. Molasse (1) formée de parties quartzeuses et

(1) *Molasse*, R. de la famille des roches quartzeuses.

Grès de faible consistance, où des parties calcaires sont mé-

calcaires atténuées et de petits graviers quartzeux, le tout consolidé par un ciment marneux d'un rouge violâtre.

En couches horizontales supérieures au granite, épaisses de 2 mètres, et s'élevant à 4 mètres au-dessus du niveau de la mer.

531. Sable quartzeux et feldspathique coquillier, avec lamelles de mica.

Sur la plage, près de la ville de Touranne, dans le fond de la baie.

langées aux quartzeuses, et cimentées par de la marne ou de l'argile.

Les molasses commencent à se montrer à la partie inférieure des terrains de la période crétacée, et se retrouvent dans tous les étages de la période palæothérienne.

CHAPITRE XII.

Navigation dans la mer de Chine, de Touranne au détroit de Malacca. — Renseignements géologiques sur Poulo-Condor, sur la côte d'Asie du cap Saint-James à la rivière de Cambodje et sur le groupe des Anambas. — Observations météorologiques faites pendant cette traversée. — Influence du courant. — Constitution géologique du sol dans les environs de Sincapour. — Désignation et âge des couches observées. — Formes du sol. — Observations faites au mouillage. — Description et gisement des roches.

Après avoir quitté le mouillage de Touranne, *la Bonite* fut retenue deux jours à l'entrée de la baie par les calmes et les vents variables; mais la brise s'étant faite, elle put faire route dans la direction du détroit de Malacca. Nous passâmes à peu de distance de Poulo-Condor, où les Anglais ont essayé de fonder un établissement qu'ils furent forcés d'abandonner par suite de mésintelligences avec les habitants, dont le naturel est peu traitable. Cette île possède un bon t où sept ou huit vaisseaux peuvent trouver abri, , suivant M. Crawford, entièrement formée de

roches primordiales dont les principales seraient un granite et un porphyre d'une grande dureté.

Les côtes d'Asie, voisines du cap Saint-James, montrent des collines également granitiques; mais au S. de ce cap commencent les terrains d'alluvion du fleuve de Cambodje, qui se prolongent à une grande distance dans l'O.

Après avoir traversé le golfe de Siam par des fonds de 50 à 65 mètres, nous passâmes entre Poulo-Aor et le groupe des Anambas, qui n'est que bien imparfaitement connu, mais où l'on a signalé la présence de roches primordiales et de laves feldspathiques. Les premières sont des granites, des pegmatites, des pétrosilex et des talcites; les autres, des trachytes et des phonolites. Nous longeâmes la côte de Johore que dominent plusieurs collines élevées, facilement reconnaissables par leur forme, et qui servent à guider le navigateur pour donner dans le détroit de Malacca, et le 17 février, à 5 heures du soir, nous étions mouillés en rade de Sincapour.

Pendant les 12 jours que dura la navigation de *la Bonite*, les courants eurent pour effet de la porter de 58 lieues au S. et de 30 à l'O. Ces courants étant dans la direction de la mousson qui régnait alors, sont probablement périodiques comme elle; mais leur force est telle qu'il est nécessaire qu'un bâtiment qui navigue dans ces parages dangereux, assure fréquemment sa position par des observations astronomiques ou des relèvements de la côte.

Les températures moyennes de l'air varièrent entre

19°,8 et 25°,7, en augmentant progressivement chaque jour, à mesure que notre latitude diminuait. Le maximum fut de 31°,1 et le minimum de 17°,1. Celles de la mer subirent aussi une augmentation progressive et varièrent de 19°,6 à 25°,9, le maximum ayant été de 27°,2 et le minimum de 18°,0. Sur 283 observations, la mer fut 171 fois plus chaude et 100 fois plus froide que l'air.

La ville de Sincapour est bâtie sur la partie méridionale d'une île située à peu de distance de la pointe S. E. de la presqu'île malaise. Fondée seulement depuis 1819, elle a acquis, grâce à sa position et à la franchise de son port, une extension extraordinaire, et il s'y fait annuellement pour plus de 110 millions de francs d'affaires. Bâtie sur la rive droite d'une petite rivière qui permet aux embarcations de s'avancer dans les terres, Sincapour s'étend sur plusieurs petites collines dont les circonstances locales permettent d'examiner la constitution. L'une d'elles qui domine la ville et la baie, et sur laquelle s'élève le palais du gouvernement, a pu être examinée dans toute sa hauteur.

La roche qui la forme est une métaxite où le kaolin prend des teintes variées, mais dont le ciment est presque constamment ferrugineux. A la partie inférieure de la colline, la métaxite contient fréquemment des nodules d'argile grise. Aucune autre roche ne se montre sur cette colline, une des plus élevées du pays, et la métaxite y atteint une puissance d'environ 100 mètres.

La colline dont il s'agit étant en partie couronnée d'habitations, et la roche ne s'y montrant à nu que par places, j'avais emporté de l'exploration que j'en avais faite l'idée que la roche qui la formait était en couches horizontales; mais la vue d'une falaise située au bord de la mer et coupée verticalement dans une direction différente de celle dans laquelle j'avais gravi la colline, a rectifié cette première impression, que je ne cite ici que pour montrer qu'il est nécessaire d'examiner dans plusieurs directions un terrain que l'on veut étudier.

Cette falaise m'a présenté les roches sur lesquelles les métaxites reposent en stratification concordante : ce sont des argiles schistoïdes grises et rouges, formant deux couches distinctes, dont la première est inférieure à l'autre, mais dont l'épaisseur totale, au point où je les ai vues, est d'environ 4 mètres. Tout le système, dont la direction est du N. E. au S. O., et l'inclinaison de 30 à 40 degrés dans le N. O., est rapporté par M. le professeur Cordier à l'étage des faluns de la période palæothérienne.

Sur le bord de la mer et dans le fond des vallées, on trouve de gros blocs et des fragments de tout volume d'un fer hydraté tantôt compacte, tantôt cellulaire noir, rouge et jaune, qui se rencontre si abondamment que l'on pourrait le considérer comme formant le diluvium de ce pays. Je n'en ai nulle part rencontré des couches suivies, mais seulement des lambeaux sur un grand nombre de points.

L'hydrate de fer, dont on retrouve tant de débris,

a probablement fait partie du système des argiles et des métaxites, et doit être rapporté à la même époque; mais sa nature éminemment cellulaire et presque scoriacée, due probablement à ce qu'il a été déposé sous une faible pression, a permis que dans les révolutions qui ont relevé les couches plus solides d'argile et de métaxite, les assises de fer aient été brisées et dispersées à la surface du sol.

Près du bord de la mer, à 2 ou 3 mètres au-dessus de son niveau, j'ai rencontré une couche formée de conglomérats madréporiques anciens que je n'ai pas pu observer sur une grande longueur, mais qui m'a paru être horizontale. Il faudrait donc rapporter sa formation à une époque plus récente que celle des métaxites, et cependant il est difficile de supposer que cette couche appartient à la période alluviale, et qu'elle a été déposée par la mer actuelle, puisqu'elle s'élève au-dessus de son niveau. Il est probable qu'elle est du même âge que les conglomérats madréporiques de l'océan Pacifique que l'on rapporte généralement à l'étage du crag; mais si l'on admet cette opinion, il faudra, pour expliquer la différence de la stratification de ce conglomérat et du système d'argile et de métaxite, admettre en même temps qu'entre les dépôts synchroniques des faluns et du crag, il y a eu une révolution du globe qui a redressé celles de ces couches qui ont été déposées les premières. Cette opinion n'a du reste rien de trop hasardé; car plus on avance dans l'étude des terrains, plus on arrive à se convaincre de la nécessité d'admettre un plus grand

nombre de périodes géologiques que l'on n'en avait reconnu d'abord.

Une excavation naturelle, placée en-dessous de cette couche, a fourni des concrétions et des stalactites calcaires friables, résultant de la dissolution du calcaire supérieur par des eaux acidulées.

Toutes les collines des environs de Sincapour sont arrondies et à pentes très-douces; une végétation puissante les recouvre, et la plupart sont recouvertes de forêts où il est très-difficile de pénétrer. Quelques fonds de vallées, à peu près inaccessibles à cause de la puissance de la végétation, me paraissent devoir renfermer des dépôts tourbeux; mais je ne crois pas que l'on ait encore fait de recherches à ce sujet.

Pendant les cinq jours que nous restâmes au mouillage devant Sincapour, les températures moyennes de l'air varièrent de 24°,6 à 26°,6, le maximum ayant été de 31°,6 et le minimum de 21°,2. Celles de la mer furent entre 25°,3 et 26°,3, le maximum ayant été de 26°,6 et le minimum de 23°,0. Sur 120 observations horaires, la mer fut 66 fois plus chaude et 54 fois plus froide que l'air.



DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DES ENVIRONS DE SINCAPOUR.

---

532. Marne arénifère verdâtre, avec débris de coquilles.

Rapportée par une ancre mouillée par 37 mètres, à l'entrée du détroit.

533. Argile endurcie jaunâtre, avec galets quartzeux; en fragments de forme allongée dans la marne précédente.

Rapportée par la même ancre.

534. Métaxite uniforme (1), formée de petits grains de quartz blanc et de kaolin rouge et violâtre.

Cette roche, qui est disposée en couches dirigées du N. E. au S. O. et inclinées d'environ 35 degrés dans le N. O., forme la masse principale d'une colline située derrière Sincapour, et sur laquelle est bâtie la maison du résident anglais.

Cet échantillon a été recueilli à 12 mètres au-dessus du niveau de la mer.

(1) Fait partie de la collection des roches au Muséum.

535. Métaxite uniforme, à grains fins de quartz blanc et de kaolin jaunâtre et rougeâtre.

De la même colline, à 20 mètres.

536. Même roche, à kaolin blanchâtre à la surface, contenant dans l'intérieur quelques nodules d'argile violâtre.

Même gisement, à 24 mètres.

537. Métaxite (1) à kaolin jaunâtre et rougeâtre.

Même gisement, à 50 mètres.

538. Métaxite à kaolin violâtre et jaunâtre, presque friable.

A 60 mètres.

539. Même roche.

Même gisement, à 80 mètres.

540. Même roche, fortement colorée en rouge.

Du sommet de la colline, à 90 mètres.

541. Fer hydraté compacte, mamelonné, noirâtre et violâtre.

En gros blocs au bord de la mer, au S. O. de Sincapour.

(1) Fait partie de la collection des terrains au Museum.
Periode palæotherienne — etage des faluns — type australien — terrains de metaxite.

542. Même roche, avec coquilles perforantes récentes.

Même gisement.

543. Métaxite à très-gros grains, à quartz blanc et kaolin violâtre.

En couches parallèles à celles de la colline précédemment décrite, au bord de la mer.

544 et 545. Argile grise schistoïde.

Forme une assise épaisse d'environ 4 mètres, dirigée du N. E. au S. O. et inclinée d'environ 35 degrés dans le N. O., à la base d'une falaise à l'O. de Sincapour.

546 et 547. Argile (1) bigarrée de rouge et de gris, fortement ferrugineuse.

Forme une couche épaisse d'un mètre, parallèle et supérieure à la précédente.

548. Métaxite à grains très-fins, grise zonée de violet, avec une portion fortement colorée en rouge brunâtre.

Forme une couche épaisse de 1 mètre à 1^{m},30, parallèle et supérieure à celle d'argile bigarrée.

(1) Fait partie de la collection des terrains au Muséum.
Période palæothérienne — étage des faluns — type australien — terrains ou couches d'argile.

548 *bis*. Même roche blanchâtre, avec zones jaunâtres et rougeâtres.

Même gisement.

549. Même roche rougeâtre, recouverte d'hydrate de fer scoriacé terreux, noir et rouge.

Forme des amas près du bord de la mer, à 2 mètres au-dessus de son niveau.

550. Hydrate de fer terreux, noir, rouge et jaune, empâtant des fragments de métaxite ferrifère.

Même gisement.

551. Métaxite jaunâtre, à grains très-fins, avec parties rougeâtres fortement ferrugineuses.

Même gisement.

551 *bis*. Même roche, avec argile violâtre.

Même gisement.

552. Métaxite fortement endurcie par de l'hydrate de fer terreux, rouge et jaune.

Même gisement.

553. Hydrate de fer métallique noir et terreux, brun, jaune et rouge.

En blocs épars sur le sommet de la falaise formée d'argile et de métaxite.

554. Conglomérat madréporique ancien, avec dé-

bris de polypiers du genre *astrée,* imprégné de concrétions calcaires.

Forme près du bord de la mer une couche horizontale, épaisse de 1 mètre, et élevée de 2 mètres au-dessus du niveau des plus hautes marées.

555. Concrétions calcaires récentes, blanches et jaunâtres, mamelonnées et tuberculaires.

Se forme en stalactites dans une excavation inférieure à la couche de conglomérat madréporique.

556. Même roche, complétement blanche.

Même gisement.

557. Argile grisâtre, friable et magnésifère.

Des environs de Sincapour.

558. Marne arénifère verdâtre, avec débris de coquilles récentes.

Rapportée par une ancre mouillée par 7 mètres en rade de Sincapour.

CHAPITRE XIII.

Départ de Sincapour. — Observations faites dans le détroit. — Position de la ville de Malacca. — Description géologique de la colline des Tombeaux. — Roches des périodes primordiale et palæothérienne. — Opinion sur l'âge des masses considérables d'hydrate de fer qui se trouvent dans le voisinage de Malacca. — Constitution géologique de quelques points de la presqu'île Malaise. — Mines d'or et d'étain. — Observations thermométriques faites en rade de Malacca.

Partie de Sincapour le 22 février, *la Bonite* mouilla le 24 au soir devant Malacca. Pendant ces deux jours, les températures moyennes de l'air furent entre 26°,1 et 25°,8, le maximum ayant été de 30°,4 et le minimum de 21°,6. Celles de la mer varièrent de 25°,8 à 26°,3, maximum 28°,4, minimum 21°,8. Dans cette courte traversée, nous eûmes presque constamment en vue les côtes basses de la presqu'île Malaise et les hauts sommets de l'île de Sumatra.

La ville de Malacca, bien déchue de son ancienne splendeur, est bâtie dans une position des plus pitto-

resques près du bord de la mer, et sur les rives d'une petite rivière qui vient s'y jeter. Près d'elle, s'élèvent les petites éminences connues des marins sous le nom de collines de Malacca, du sommet desquelles on découvre dans le lointain quelques sommets élevés de la chaîne qui forme le noyau central de la Péninsule.

Celle de ces collines qui est la plus voisine de la ville de Malacca et que couronnent les ruines d'une ancienne église, n'a pas pu être étudiée parce qu'elle est couverte de végétation; mais d'après la nature des fragments qui sont épars sur le sol, on peut conjecturer que sa masse principale est formée d'une métaxite ferrugineuse analogue à celle de Sincapour.

A 1 kilomètre environ, dans l'E. N. E. de Malacca, il en existe une autre que l'on nomme Colline des Tombeaux, haute d'environ 70 mètres, dont la constitution intérieure a pu être examinée, grâce à quelques accidents locaux.

Cette éminence est arrondie et isolée de toutes parts. A la partie N. O. existe une carrière dont la hauteur verticale est d'environ 23 mètres, et où se montrent une partie des couches qui la constituent. La plupart des roches qui les forment sont meubles, et les éboulements empêchent de bien voir les couches inférieures.

A la partie nord de cette carrière, se présentent des couches superposées d'un quartzite très-friable et très-aigre, formé d'un quartz grenu, translucide, blanc verdâtre, dans lequel on ne trouve pas la moindre trace de matière sédimentaire et que je crois de consolidation primitive. Ces couches, dont la partie supé-

rieure ne s'élève pas à plus de 3 mètres au-dessus du sol, plongent dans le N. E. d'environ 45°, et sont dirigées par conséquent du N. O. au S. E., comme la presqu'île elle-même et comme la chaîne centrale qui en forme la partie intérieure.

Sur les tranches de ce quartzite est une assise puissante d'une argile rougeâtre, arénifère, contenant en abondance des rognons d'hydrate de fer, disposés verticalement et formant des stalactites terminées généralement par un grain de quartz. Cette couche meuble, dont la hauteur est la même que celle de l'excavation, s'est éboulée, cache en partie les assises inférieures, et montre parmi les éboulements un grand nombre de blocs d'hydrate de fer assez volumineux. Dans cette coupe que nous avons représentée pl. 5, fig. 2, cette assise paraît horizontale, sa direction est donc du N. E. au S. O. comme celle de la carrière.

Si l'on jugeait de la constitution de la colline dont il s'agit par cette coupe que je viens de décrire, on tomberait dans une grave erreur qui s'est reproduite souvent dans les recherches géologiques faites trop rapidement; mais une seconde coupe naturelle dans une autre partie de la colline m'a permis de rectifier l'opinion que je m'étais trop prématurément formée sur la situation de cette assise d'argile que j'avais d'abord été porté à considérer comme horizontale parce qu'elle s'était présentée horizontalement.

La deuxième excavation que j'ai pu examiner est située à la partie S. O. de la même colline, qu'elle n'entame que sur une hauteur verticale d'environ 15 mè-

tres. La couche d'argile rouge quartzifère et ferrifère se retrouve à la partie latérale et supérieure de cette coupe et se montre inclinée de 40° dans le N. O., et par conséquent dirigée, comme la couche analogue de l'île de Sincapour, du N. E. au S. O.

Au-dessous d'elle, et en stratification concordante, est une deuxième couche d'argile d'un rouge jaunâtre sans quartz et sans hydrate de fer autre que celui qui lui donne sa couleur, dont la puissance est d'environ 2 mètres, et qui s'appuie sur une argile rouge bigarrée de gris qui, à sa partie inférieure, perd ses nuances rouges pour passer au gris uniforme. Dans cette couche inférieure, l'argile est douce au toucher et paraît contenir du talc altéré.

La végétation qui recouvre la colline et les accidents de terrain ne m'ont pas permis de voir en place la roche qui en forme la partie supérieure; mais à en juger par les blocs qui sont en saillie au-dessus de la terre végétale et qui jonchent le sol, il y a tout lieu de penser qu'au-dessus de l'argile si fortement ferrugineuse gît une métaxite également pénétrée de fer et analogue à celle dont j'ai recueilli de nombreux échantillons à Sincapour.

Dans les fig. 2 et 3 de la planche 5, nous avons représenté les deux coupes dont il vient d'être question, où la roche était visible seulement jusqu'à la hauteur de 23 mètres pour l'une et de 15 pour l'autre. Il n'y a par conséquent rien d'hypothétique dans ces coupes; mais pour rendre l'idée de la nature du terrain des environs de Malacca, j'ai représenté, dans la figure 4,



une coupe faite dans la direction du S. O. au N. E., où la métaxite figure dans la position qu'elle occupait à Malacca au-dessus de l'argile rouge, et où j'indique l'idée qu'une courte exploration m'a donnée sur le rôle que joue dans le terrain la roche dont je vais parler. Les limites assignées aux couches dans ces figures sont bien loin d'être en réalité aussi tranchées qu'elles le paraissent ici, et je dois de plus ajouter que les rapports de hauteur et d'épaisseur ne sont pas strictement observés.

Une drague promenée au fond de la mer pour recueillir des mollusques, en rapporta un bloc de fer hydraté cellulaire noir et rougeâtre qui gisait à une assez grande distance de la côte, à une profondeur de 10 mètres. La même roche forme sur le bord de la mer des accumulations considérables, et je l'ai retrouvée formant le sol d'une plaine située à plus d'un kilomètre de Malacca, à 7 mètres au-dessus du niveau de la mer, et constituant la masse entière d'une éminence haute d'environ 30 mètres, située à plus d'une lieue dans l'intérieur.

Enfin, au pied de cette même colline, un puits creusé dans le sol m'a montré cette roche aussi profondément que la vue pouvait s'étendre, c'est-à-dire à 5 à 6 mètres. Dans ces derniers gisements, l'hydrate de fer n'était plus en blocs disséminés, mais bien en assises qui paraissaient avoir une assez grande continuité.

La présence du fer hydraté aurait donc été constatée sur des points éloignés de près de deux lieues et

avec une différence de niveau de plus de 40 mètres. En supposant que les assises sont horizontales, ce que je présume sans pouvoir l'affirmer, c'est là une masse ferrugineuse énorme qui constitue l'un des gisements les plus considérables de ce minerai, et qui pourrait fournir une exploitation importante.

Le terrain de Malacca étant le même que celui de Sincapour, devra comme lui être rapporté à l'étage des faluns de la période palæothérienne; mais ici, plus heureux que nous ne l'avions été dans notre précédente relâche, nous avons pu constater que ce terrain reposait sur des roches d'origine primordiale, puisque nous avons trouvé en place un quartzite sans sédiment, qui probablement a été formé dans le grand étage des talcites phylladiformes. La nature de l'argile qui forme la partie inférieure de ce système peut donner, d'après ce que j'en ai dit plus haut, un poids de plus à cette opinion.

Quant aux couches d'hydrate de fer qui forment quelques-unes des collines de l'intérieur près Malacca, et le sol des plaines et du fond de la mer, il est impossible de préciser l'époque de leur formation. Cependant, si l'on considère que la métaxite et l'argile qui lui est immédiatement inférieure en sont surchargées et que celle-ci est remplie de concrétions ferrugineuses qui, quoique l'argile ne soit pas en couches horizontales, sont sous forme de stalactites verticales, on pensera peut-être avec moi que ce dépôt ferrugineux est postérieur au relèvement des couches de l'étage des faluns, et qu'il faut le rapporter à la dernière

époque de la période palæothérienne. Cette assise qui, dans cette hypothèse, se serait trouvée couvrir la surface du sol à l'époque du cataclysme diluvien, aurait été brisée et disloquée de manière à ne plus former que des lambeaux de couches et des accumulations de blocs de diverses dimensions.

Nous sommes restés si peu de temps à Malacca, que je n'ai pas pu multiplier mes recherches au point de découvrir quelques corps fossiles qui auraient pu mettre sur la voie des âges respectifs des différentes couches dont il vient d'être question.

Les roches primordiales qui, à Malacca même, paraissent à une petite distance au-dessous des couches tertiaires, forment, à ce qu'il paraît, la plupart des pointes avancées du détroit. D'après M. Crawford, le cap *Rachado* serait formé d'un quartz que je suppose être non pas une roche de filon, mais bien le quartzite stratifié dont j'ai parlé, et les îles *Watter*, voisines de Malacca, d'un granite porphyrique à grains moyens.

Non loin de Malacca, sur les bords de la mer, on a recueilli un calcaire compacte sédimentaire d'un blanc grisâtre, devenant fétide par suite du choc, et qui paraît appartenir aux terrains secondaires anciens. L'échantillon que j'ai eu entre les mains présentait en saillie des empreintes de coquilles qu'au premier abord j'avais cru devoir être des fossiles dont la présence pouvait, à défaut de l'examen du gisement, offrir quelques données pour la détermination de l'âge de cette roche; mais avec un peu d'attention, j'ai pu me

convaincre que ces empreintes provenaient de coquilles récentes qui s'étaient attachées à la roche et qui, l'ayant protégée contre l'usure provenant de l'action des vagues, s'étaient moulées de manière à laisser une empreinte en bosse. Je cite ce fait fort insignifiant en lui-même, pour montrer à quelle erreur peuvent être entraînés ceux qui, comme moi, pourraient, par suite des circonstances, être amenés à s'occuper de sciences dont ils n'auraient pas fait une étude suffisante.

J'ai pu joindre à la collection que j'avais mission de recueillir plusieurs galets d'itabirite ou association de quartz et de fer oligiste qui m'ont été donnés sans indication précise de localité et 6 échantillons de sable stannifère, tel qu'il est recueilli dans les couches alluviales de l'intérieur.

La presqu'île Malaise qui, suivant toute probabilité, est la Chersonèse d'or des auteurs anciens, n'est que bien imparfaitement connue, mais paraît fort riche en métaux précieux. L'éloignement de ces contrées, le caractère perfide et intraitable des habitants de l'intérieur, et surtout les difficultés que présente le pays lui-même, recouvert d'une inextricable végétation où fourmillent en abondance des reptiles et des insectes venimeux, seront encore longtemps des obstacles à ce qu'il soit complétement connu. D'après M. Crawford, l'étain, qui constitue jusqu'à présent le minerai le plus important de ces contrées, se trouve depuis Tavoy, situé par 14° de latitude, jusqu'à Malacca. Son abondance est telle que, malgré l'énorme quantité qui s'en

exporte, on n'a pas cessé d'exploiter les sables stannifères, et que l'on rejette la roche sur laquelle reposent les couches alluviales, quoique cette roche, que l'on nomme dans le pays *Ibou Timbo* ou mer d'étain, paraisse très-riche en minerai.

Sur la côte orientale, l'étain ne se montrerait pas au S. de la latitude de 12° N. En revanche, l'or y serait beaucoup plus abondant que sur la côte occidentale. Les mines d'étain les plus productives seraient celles de *Yunk Ceylon*, et les mines d'or les plus riches celles de *Pahang* et de *Tringanu.*

Au mouillage de Malacca, les moyennes des températures de l'air et de la mer furent les mêmes et varièrent de 26°,0 à 26°,4; les maxima ayant été 29°,7 pour l'air, 27°,8 pour la mer, et les minima 23°,5 et 24°,2.

Le 26 février, nous appareillâmes et fîmes voile pour Poulo-Penang.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DES ENVIRONS DE MALACCA.

559. Fer hydraté cellulaire, noir, rougeâtre et jaunâtre.

Du fond de la mer à 10 mètres de profondeur, et à un demi-kilomètre dans le S. S. O. de la ville de Malacca.

560. Même roche plus jaunâtre.

Cette roche gît en gros rognons et en blocs, disséminés très-abondamment dans une argile ferrugineuse qui forme une falaise haute de 1 à 2 mètres dans toute la portion de côte qui a été explorée.

561. Même roche, empâtant des parties quartzeuses et argileuses, géodique, recouverte de concrétions calcaires d'un blanc friable.

Même gisement.

562. Fer hydraté argileux, cellulaire, brun, rouge et jaune.

Forme le sol d'une plaine élevée d'environ 7 mètres au-dessus du niveau de la mer et distante de 1 kilomètre et demi de Malacca. La masse ferrugineuse

est recouverte d'une couche mince de terre végétale.

563. Même roche.

Forme la masse d'une colline haute d'environ 30 mètres au-dessus du niveau de la mer, située à 5 kilomètres dans le N. N. E. de Malacca.

Un puits creusé dans la plaine au bas de cette colline montre jusqu'au fond cette assise, qui n'est recouverte que d'une couche de terre argilo-ferrugineuse épaisse de 0m,30 à 0m,60.

564. Même roche presque compacte.

A 10 mètres au-dessus du niveau de la mer, près Malacca.

565. Hydrate de fer argilifère, compacte, brunâtre et jaunâtre.

Même gisement.

566. Hydrate de fer rougeâtre et cellulaire, formant des rognons allongés, terminés généralement par un grain quartzeux, et disposés verticalement en grande abondance dans une argile rouge quartzifère.

La couche d'argile à laquelle cette roche appartient se présente horizontalement dans une coupe dirigée du N. E. au S. O. à la partie N. O. de la colline des Tombeaux.

Cette couche atteint la hauteur de 23 mètres. Les éboulements qu'elle a produits ne permettent pas de juger de sa puissance. (Pl. 5, fig. 2.)



567. Quartzite (1) formé de quartz grenu, translucide, blanc verdâtre, très-friable.

Cette roche primordiale est disposée en couches inclinées de 45° à 50° dans le N. E., sur les tranches desquelles reposent les couches d'argile rouge contenant les rognons d'hydrate de fer.

568. Sable quartzeux, argilifère, mêlé de fragments désagrégés du quartzite précédent.

En amas au pied des couches de quartzite.

569. Fer hydraté, noir, métallique, cellulaire, avec même roche terreuse, rougeâtre et jaunâtre.

En gros blocs disséminés dans l'argile.

570. Fer hydraté, compacte, très-argilifère, empâtant de nombreux grains de quartz.

En rognons dans une argile rouge, quartzifère, qui forme une assise inclinée de 40° dans le N. O., à la partie S. O. de la colline précédente. (Pl. 5, fig. 3.)

571. Argile d'un rouge jaunâtre.

Forme une couche parallèle et inférieure à la précédente.

(1) *Quartzite.* R. de la famille des roches quartzeuses, formée de quartz grenu, compacte ou arénoïde.

Cette roche se trouve dans les terrains du grand étage des talcites phylladiformes, et à la partie supérieure de celui des talcites cristallifères.

572. Argile (1) d'un blanc jaunâtre et rosâtre, très-douce au toucher.

A la partie inférieure de la même couche.

573. Argile rubannée de rouge et de gris.

Forme une assise inférieure à la précédente.

574. Argile grise.

Se trouve au-dessous de l'argile rubannée.

575. Calcaire sédimentaire, compacte, blanc grisâtre; à cassure écailleuse et répandant par le choc une odeur fétide.

Des environs de Malacca.

576. Itabirite (2) à grains très-fins de quartz blanc et de fer oligiste noir, métallique.

En galets roulés; presqu'île Malaise.

577. Granite porphyrique, à grains moyens de feldspath grisâtre, de quartz blanc et de mica noir, contenant de grands cristaux de feldspath blanchâtre.

(1) Fait partie de la collection des terrains au Muséum.

Période palæothérienne, étage des faluns, type austrasien, terrains ou couches d'argile.

(2) *Itabirite.* R. de la famille des roches à base de peroxide de fer.

Association de $\frac{1}{4}$ ou $\frac{3}{4}$ de quartz avec du peroxide de fer.

Cette roche, qui appartient particulièrement aux talcites cristallifères, se trouve aussi à leur jonction avec les talcites phylladiformes.

Constitue le sol des îles *Watter* situées à peu de distance de Malacca.

578. Sable quartzeux contenant des grains d'oxyde d'étain gris.

Presqu'île Malaise.

579. Même sable avec minerai d'étain en grains noirs.

Presqu'île Malaise.

580. Marne arénifère, verdâtre.

Rapportée par une ancre mouillée par 15 mètres, près Malacca.

581. Sable quartzeux stannifère.

De la mine de Pandoocoy, presqu'île Malaise.

582. Sable quartzeux et feldspathique stannifère.

Presqu'île Malaise.

583. Même sable.

De Sungieoojoug, presqu'île Malaise.

584. Même sable argilifère.

De Lieket, presqu'île Malaise.

Ce minerai a de l'analogie avec celui de Sierra-Leone, sur la côte d'Afrique.

CHAPITRE XIV.

Renseignements géologiques sur l'île de Soumatra. — Liste des principaux volcans.—Mines d'or, d'étain, de fer et de diamants. — Traversée de Malacca à George's Town. — Observations météorologiques faites dans le détroit. — Roches et minéraux de Poulo-Penang. — Constitution géologique de quelques-unes des îles voisines. — Côte de Keddah. — Observations thermométriques faites en rade. — Description et gisement des roches de Poulo-Penang.

Pendant la traversée de Malacca à Poulo-Penang, nous fûmes presque constamment en vue de l'île de Soumatra, dont la constitution géologique est un peu mieux connue que celle de la presqu'île Malaise. Nous en rappellerons ici les traits les plus saillants qui nous sont fournis par les mémoires de quelques-uns des voyageurs qui l'ont visitée.

Une chaîne de montagnes, dont quelques sommets atteignent presque la hauteur de 5000 mètres, partage l'île dans toute sa longueur en se rapprochant un peu du rivage occidental; mais les deux côtes sont basses et marécageuses. Les terrains de presque toutes

les périodes se montrent à la surface du sol, et paraissent reposer sur des roches volcaniques de plusieurs époques. Un grand nombre de bouches d'éruption actuellement en activité s'y montrent; parmi elles, six ont été particulièrement mentionnées, ce sont :

1° Gunong-Dempo, à 60 milles, dans le N. E. de Bencoolen, s'élève, d'après le docteur Jack, à la hauteur de 3750 mètres. Il s'en dégage presque constamment de la fumée et souvent des matières gazeuses enflammées.

2° Gunong-Berapi ou montagne par excellence, situé exactement sous la ligne, dans la vallée de Tigablas, près du grand lac Sophia. Ce volcan, qui fume constamment, a près de 4000 mètres d'élévation. Tout près de lui s'élève Gunong-Kasumbra, le plus haut sommet de l'île.

3° Gunong-Tattang, qui fume sans cesse, mais qui, depuis longtemps, n'a point eu d'éruption.

4° Gunong-Ayer Raya, haut d'environ 3000 mètres.

5° Gunong-Api de Penkalang-Jambi, à 60 milles anglais dans le N. O. de la pointe d'Indrapore.

Enfin, 6° Gunoug-Allas, dans l'intérieur de l'île, par 3° 50′ de latitude nord.

D'après le docteur Jack, qui a écrit un mémoire sur la constitution géologique de Soumatra (1), la plupart des formations connues et étudiées en Europe s'y retrouveraient. Au milieu de la côte occidentale, cet observateur a rencontré un groupe granitique

(1) *Trans. of geolog. soci.*, v. I, p. 397.

d'une grande étendue, qui s'affaisse vers le nord, et qui est recouvert par un calcaire analogue au calcaire oolitique. Au centre et vers le sud de ce massif, il a vu des volcans brûlants, des roches trapéennes, du basalte, de l'obsidienne et des ponces, et plus loin des grès verts, de la craie et des terrains d'alluvion. M. Jack ajoute que les terrains tertiaires forment le sol des vallées fertiles de Soumatra.

L'or se trouve très-pur à Sipini et à Caye. Les mines de Bonjol et de Kampon-Hardi, que l'on n'exploite que depuis un petit nombre d'années, deviennent de plus en plus productives à mesure que l'on creuse plus profondément le sol alluvial qui les renferme, et l'on rencontre maintenant des pépites qui pèsent jusqu'à deux et trois kilogrammes, tandis que près de la surface du sol on n'obtenait d'abord que des paillettes.

Dans l'intérieur de l'île on rencontre d'excellentes mines de fer; l'étain est un objet important d'exportation et se trouve principalement près de Palembang, sur le rivage oriental; le cuivre, la houille, le soufre et le salpêtre se trouvent également dans le voisinage.

Enfin, pour terminer ce que nous avions à dire des richesses minérales de Soumatra, nous ajouterons que, d'après des lettres adressées à Amsterdam dans le courant de 1841, on a découvert dans le district de Doladoulo, dans le Kottas méridional, une mine de diamants qui paraît devoir être productive, et que le gouvernement hollandais fait exploiter pour son compte.

Jusqu'à présent on n'a décrit aucun fossile des terrains secondaires de Soumatra; il serait cependant intéressant de savoir si la population des mers éloignées, qui, pendant les diverses périodes qui se sont succédé, ont couvert les différentes parties de cette île, était la même que celle qui habitait les différents océans sous lesquels diverses parties de notre continent ont successivement été submergées.

Partie de Malacca le 26 février au matin, *la Bonite* était mouillée le 3 mars au soir près de George's Town, capitale de Poulo-Penang. Pendant la traversée, les températures moyennes de l'air varièrent entre 26°,0 et 27°,6, le maximum ayant été de 31°,8 et le minimum de 23°,4. Celles de la mer furent entre 26°,7 et 28°,0, maximum 30°,0, minimum 23°,6. Sur 119 observations de température, la mer fut 84 fois plus chaude et 32 fois plus froide que l'air.

Poulo-Penang, que l'on désigne quelquefois sous le nom de l'île du Prince de Galles, n'est séparée du continent d'Asie que par un détroit large de quelques milles. Elle appartient aux Anglais, et chacun sait que la souveraineté en fut cédée par un roi de Keddah, dont un capitaine anglais épousa la fille.

Au milieu de la côte orientale s'élève George's Town, capitale de l'île, et de la province de Welesley, dont le territoire comprend une partie de la côte de Keddah.

Cette ville est située dans une riche plaine alluviale, dominée par des montagnes élevées, couvertes jusqu'à leur sommet d'une brillante végétation. Sur

l'une d'elles s'élève une tour d'observation bâtie à une hauteur de 850 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Toutes celles de ces montagnes que j'ai examinées sont formées d'un granite porphyrique gris ou jaune, fréquemment ferrugineux et amphibolifère, dans lequel on rencontre un grand nombre de puissants filons de pegmatite commune où l'amphibole est très-abondant, et se présente tantôt à l'état grenu, tantôt à l'état baxillaire.

Dans ce granite il existe de riches dépôts d'un fer oligiste récemment découverts, dont je n'ai pu aller voir le gisement, mais dont un bel échantillon est joint à la collection.

Près d'Ameers-Mill, on trouve, dit-on, de l'étain, mais en petite quantité, et seulement dans les terrains d'alluvion. Il est donc probable que des recherches suivies, faites à Poulo-Penang, pourraient faire trouver la gangue de ce minerai dont le gisement dans ces contrées est encore inconnu.

D'après M. Ward, qui a exploré avec soin Poulo-Penang, on n'a découvert aucun fossile dans le sol alluvial de la plaine qui s'étend du rivage au pied des montagnes, et qui a quelquefois quatre à cinq milles de large. En certains points, le niveau de cette plaine est inférieur à celui de la mer, et on a dû le défendre des envahissements des eaux par des digues placées au rivage. On a assuré qu'il existait du marbre calcaire dans la partie du N. E. de Poulo-Penang (1), mais le gisement n'en a pas été reconnu.

(1) *Asiatic journal*, n° 158.

Les îles qui avoisinent Poulo-Penang ne sont pas toutes granitiques. A Poulo-Boonting, les roches pétrosiliceuses dominent; à Poulo-Sonsong, Poulo-Krass et Poulo-Kundir, ce sont des schistes argileux; Poulo-Hidang et Poulo-Sanghil sont formés de calcaire recouvrant un schiste argileux semblable à celui des deux îles précédentes.

La partie de la péninsule qui regarde Poulo-Penang est basse, mais les montagnes qui renferment l'or et l'étain ne sont pas très-éloignées; le pic de Keddah, qui atteint une hauteur de 1300 à 1400 mètres, contient, dit-on, de riches veines de ces deux métaux.

L'éloignement des montagnes, la brièveté de notre séjour et la multiplicité de mes occupations, m'ont empêché de faire de nombreuses excursions. Là, comme dans la plupart de nos relâches, j'ai dû borner considérablement mes recherches, que la nature du sol et l'active végétation qui le couvrait rendaient déjà si difficile.

En rade, les températures moyennes de l'air varièrent entre 26°,6 et 27°,6, le maximum ayant été de 32°,9 et le minimum de 23°,0. Celles de la mer furent entre 27°,6 et 28°,8, le maximum ayant été de 30°,5 et le minimum de 23°,4. Sur 120 observations, la mer fut 76 fois plus chaude et 43 fois plus froide que l'air.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DE POULO-PENANG (ILE DU PRINCE DE GALLES).

---

585. Granite porphyrique à grains moyens, blanc et jaunâtre, très-peu micacé.

De la montagne des Signaux, près George's Town, à 67 mètres au-dessus du niveau de la mer.

586. Granite formé de quartz, de feldspath fortement coloré en rouge et de mica noir.

De la même montagne, à 200 mètres.

587. Pegmatite commune, à grains moyens, rougeâtre et blanchâtre, contenant quelques lamelles de mica noir et blanc argentin, et des cristaux d'amphibole noir, grenu et baxillaire.

En filons dans le granite de la même montagne, à la hauteur de 300 mètres.

588. Granite formé de gros grains de feldspath jaunâtre et blanchâtre un peu altéré, de petits grains de quartz blanc vitreux, et de lamelles assez rares de mica noir; contenant de nombreux cristaux disséminés d'amphibole noir grenu.

A 360 mètres.

588 *bis*. Même roche, plus micacée, contenant moins d'amphibole.

Même gisement.

589. Granite porphyrique, à gros grains de feldspath blanc et jaune un peu altéré, amphibolifère et superficiellement coloré par des infiltrations d'hydrate de fer.

A 400 mètres.

590. Même roche, moins altérée.

Même gisement.

591. Granite très-altéré, où le feldspath a passé à l'état de kaolin jaunâtre et terreux, et où les lamelles de mica qui n'ont point été altérées se présentent dans la forme hexagonale.

A 500 mètres.

592. Granite porphyrique, à grands cristaux de feldspath gris-verdâtre, très-peu micacé.

A 700 mètres.

592 *bis*. Granite à grains moyens de feldspath blanc grisâtre, de quartz vitreux et de mica noir.

593. Pegmatite commune à grains moyens, superficiellement altérée, et contenant quelques lamelles de mica.

A 850 mètres, au sommet de la montagne des Signaux.



594. Granite à grains fins, où le feldspath a complétement passé à l'état de kaolin jaune terreux, et où le quartz et le mica ont gardé leur aspect primitif.

Forme une colline arrondie, haute d'environ 200 mètres, près de la base de la montagne des Signaux.

594 *bis*. Pegmatite à grains moyens, très-altérée, jaunâtre, contenant quelques lamelles de mica argentin, et de nombreux cristaux d'amphibole grenu noir.

En filons dans le granite précédent.

595. Pegmatite à grains fins, très-altérée, blanchâtre et jaunâtre, avec filons d'un agrégat formé de gros grains de quartz blanc vitreux, et de nombreux cristaux d'amphibole noir.

Même gisement.

596. Même pegmatite, un peu micacée.

Même gisement.

597. Même roche, jaunâtre et rougeâtre.

Même gisement.

598. Même roche, avec parties fortement colorées en rouge-jaunâtre.

Même gisement.

599. Pegmatite commune, à grains moyens, blanchâtre et jaunâtre, contenant quelques lamelles de mica noir et d'amphibole grenu et empâtant plusieurs

nodules de pegmatite graphique, où les cristaux de quartz sont disposés en rayons concentriques.

En filons dans les granites.

600. Pegmatite commune, à grains fins, un peu micacée, avec agrégats de gros cristaux de quartz blanc vitreux et d'amphibole baxillaire noir.

Même gisement.

601. Pegmatite commune, à gros grains, blanchâtre et rougeâtre, avec amphibole noir.

Même gisement.

602. Pegmatite commune, à grains moyens, altérée, blanchâtre, avec lames de mica argentin et cristaux d'amphibole noir.

Même gisement.

603. Même roche, très-amphibolifère, et passant en certains points à la diorite.

Même gisement.

603 *bis*. Gravier quartzeux, feldspathique, amphibolique et micacé.

Dans le lit d'un ruisseau qui descend de la montagne des Signaux.

604. Fer oligiste écailleux (1).

Forme des amas considérables dans le granite de Poulo-Penang.

(1) Fait partie de la collection minéralogique du Muséum.

CHAPITRE XV.

Navigation de Poulo-Penang à l'embouchure du Gange. — Iles Salanga et Barren. — Changement de mousson. — Influence du courant et observations de température pendant la traversée. — Hoogly. — Masse des alluvions charriées par le Gange. — Leur influence sur la végétation des terrains riverains. — Bancs de l'entrée du Gange. — Trou sans fond. — Hypothèse pour expliquer l'existence de cette cavité. — Nature du sol des rives de l'Hoogly. — Notions sur la composition du sol fondamental à Calcutta. — Kunkur. — Hypothèse sur la nature des bancs de l'entrée du Gange. — Renseignements géologiques sur la presqu'île de l'Inde. — Observations de température faites dans le Gange et sur les bas-fonds de son embouchure. — Renseignements géologiques communiqués, sur les terrains des environs d'Hobartown, sur l'île de Van Diemen et sur la Nouvelle-Galles du Sud. — Note de M. de Verneuil sur les fossiles rapportés par l'expédition de la *Bonite*. — Description et gisement des roches des bords de l'Hoogly, des minéraux de diverses parties de l'Inde, et des roches et fossiles de la terre de Van Diemen et de la Nouvelle-Galles du Sud.

Après avoir quitté le bras de mer qui sépare Poulo-Penang de la péninsule Malaise, *la Bonite* fit route pour passer au large de l'île Lancava, et prolongea la côte jusqu'à arriver par le travers de l'île de Salanga ou Junkseylon, qui est le prolongement d'une chaîne

de montagnes se dirigeant du nord au sud et limitant à l'ouest l'isthme de Kraw. Cette île contient d'importantes mines d'étain qui fournissent annuellement plus de cinq cents tonnes à l'exportation.

De là nous nous dirigeâmes vers le chenal des Dix Degrés, situé entre les îles Andaman et le groupe des Nicobar, et nous laissâmes au nord, sans la voir, l'île Barren, qui, d'après M. de Buch, présente un des exemples les plus remarquables des cratères de soulèvement, et qui forme le point extrême de cette immense ceinture volcanique dont nous avons indiqué la direction dans le chapitre de cet ouvrage qui traite des îles Philippines.

Du chenal des Dix Degrés nous fîmes route vers la pointe Palmyras, où se tiennent les pilotes de l'Hoogly, et sous la conduite d'un de ces habiles marins nous donnâmes dans le fleuve, en prenant le chenal de l'est, et nous vînmes laisser tomber l'ancre à Diamond's Harbour.

Pendant cette traversée la mousson de nord-est continua à se faire sentir, mais c'était son dernier souffle; et le 20 mars, après quelques brises variables, le changement s'opéra, et les vents de la partie du sud-ouest prirent le dessus.

Si nous considérons, pour rechercher les effets des courants, la traversée tout entière de Poulo-Penang jusqu'aux bouches de l'Hoogly, qui comprend vingt-deux jours, du 8 au 30 mars, nous trouverons qu'ils ont eu pour résultat définitif de nous porter de 36 lieues au nord et de 38 à l'ouest; mais si, ce qui nous

semble plus rationnel, nous divisons cette traversée en deux parties, nous trouverons que, pendant les onze premiers jours, la mousson du nord-est soufflant régulièrement, le courant nous porta de 6 lieues au sud et de 59 à l'ouest; tandis que, pendant ces onze autres, nous fûmes, sous l'influence de la mousson de sud-ouest, portés de 42 lieues au nord et de 21 à l'est.

Un fait digne de remarque, c'est que dans la journée du 19 au 20 mars, quoique le vent fût au nord-est très-peu variable, les courants eurent pour effet de nous porter de près de 22 lieues au nord. On pourrait en conclure que la mousson était déjà établie près de l'équateur, et que tandis qu'elle luttait, dans les parages où nous nous trouvions, contre les vents opposés, les eaux avaient déjà un mouvement prononcé, dû à son influence.

Quoique la traversée n'ait réellement pris fin qu'au mouillage de Diamond's Harbour, je n'ai pas cru devoir grouper avec les observations météorologiques faites en pleine mer, celles obtenues dans les eaux de l'Hoogly. A la fin de ce chapitre je donnerai le résumé de toutes celles qui ont été faites tant dans le fleuve que sur les sondes de l'entrée, depuis notre arrivée près la pointe Palmyras jusqu'au moment où nous quittâmes les bancs pour prendre le large.

Les moyennes des observations de la température de l'air varièrent entre 26°,4 et 28°,7, le maximum ayant été de 34°,5 et le minimum de 23°,8. Celles de la mer furent entre 26°,2 et 28°,1, maximum 30°,5, minimum 24°. Sur 552 observations simultanées, la

mer fut 301 fois plus chaude et 237 fois plus froide que l'air.

L'Hoogly, sur les bords duquel s'élèvent les villes de Calcutta, Chandernagor et Sérampour, est, comme chacun sait, la branche la plus occidentale du Gange, qui, comme le Rhin et le Nil, se divise en plusieurs parties et forme des deltas à son embouchure. Suivant les calculs de M. Everest, ce fleuve charrie annuellement, dans l'océan Indien, cinq à six milliards de pieds cubes de débris continentaux.

Comme le Nil, le Gange a ses débordements annuels qui viennent fertiliser ses rives; mais, s'il faut en croire un savant anglais, M. Piddington, les vases qu'il dépose doivent plutôt leur vertu fertilisante au calcaire qu'elles contiennent qu'aux détritus végétaux qui lui sont mêlés. En effet, il résulte d'analyses faites par ce savant, que ces vases, dans les points où elles sont fertiles, contiennent $2\frac{1}{2}$ pour o/o de parties végétales et 6 à 8 de calcaires, tandis que dans les parties stériles la proportion des substances azotées étant la même, il n'y a plus que 0,75 à 1 pour o/o de calcaire. M. Piddington conclut de ce fait que, sur les bords du Gange, la matière calcaire est le grand agent de la fertilisation, et le même auteur pense que l'addition d'une petite quantité de chaux dans certains terrains, pourrait augmenter dans une proportion considérable la récolte de l'indigo.

Entre les deux branches principales du fleuve, l'Hoogly à l'ouest et le Gange proprement dit à l'est, s'en trouvent une innombrable quantité d'autres plus

petites, par lesquelles le fleuve déverse dans l'océan Indien une portion de cette masse énorme de matières alluviales qu'il charrie. Les bouches sont comprises entre les 85e et 89e degrés de longitude orientale, et dans cet intervalle la côte est parsemée de bancs, entre lesquels le courant ménage des chenaux plus ou moins accessibles aux navires, où le fond est généralement formé d'une marne bleuâtre ou jaunâtre, tandis que sur les bancs, le fond est dur et la sonde rapporte du sable.

Les sondes s'étendent à près de 20 lieues des bancs, et le fond diminue progressivement en en approchant ; mais vers le centre de cet espace où les matières alluviales ont exhaussé le fond de l'Océan, se trouve une portion de mer de 5 à 6 lieues de long sur 3 à 4 de large, où la profondeur de l'eau est tellement considérable que la sonde n'a pas pu y atteindre, et que sur les cartes elle a pris le nom de *Trou sans fond*. Entre deux points éloignés l'un de l'autre d'environ 6 lieues du nord au sud, où le fond a été trouvé de 13 mètres à celui qui est le plus rapproché de la côte, et de 90 à l'autre, on n'a pas atteint le fond avec une ligne de 234 mètres, tandis que dans un espace de 10 lieues au sud de cette sonde de 90 mètres, le fond est accessible et augmente progressivement jusqu'à 160 mètres.

L'existence de cette énorme cavité que n'a pas remplie la masse énorme des alluvions du Gange, est un fait qui m'a paru digne de l'attention des géologues. Il serait intéressant d'apprécier sur ce point le degré de salure de l'eau de la mer à une certaine profondeur, pour voir si cette cavité n'est pas due à l'érup-

tion du sein de la terre, d'une masse énorme d'eau douce, qui refoulerait au loin les matières alluviales et en empêcherait le dépôt; mais cette expérience n'a pas été faite.

S'il m'était permis de hasarder une hypothèse pour expliquer cette cavité remarquable, je dirais que peut-être elle doit son origine au tournoiement des eaux qui, pendant le cataclysme diluvien, ont balayé et raviné la surface du sol en lui donnant son relief actuel, et que la production de cette cavité, à peu près circulaire, serait analogue à celle de ces sortes d'entonnoirs que l'on observe sur un grand nombre de points, et particulièrement aux environs de Paris, où les couches meubles ou faiblement adhérentes sont creusées circulairement et remplies par les dépôts amenés par les eaux diluviennes.

Les rives de l'Hoogly, basses et boisées, ne présentent que peu d'intérêt au géologue, puisque le sol fondamental de cette partie de l'Inde est partout recouvert d'alluvions dont la nature ne varie qu'infiniment peu. La seule différence que l'on remarque dans la composition du sol superficiel, c'est que, près de l'embouchure, la marne argileuse qui le forme est sans mélange, et que, plus on remonte le fleuve, plus elle se charge de débris de roches primordiales, qui, plus lourds que l'argile, se sont déposés avant elle : ce sont d'abord, à quelque distance de l'embouchure, des paillettes de mica, plus haut, des sables quartzeux et feldspathiques, et enfin, près de Calcutta, des graviers et des galets de roches primordiales.

Dans le voisinage de Chandernagor et près de la surface du sol, la couche de marne qui contient une proportion considérable de sous-carbonate de soude, est employée par les Indiens à des usages domestiques, et particulièrement à la lessivation du linge. Ce sel aura probablement été déposé par les eaux minérales qui, suivant toutes probabilités, étaient beaucoup plus abondantes dans les premiers siècles de la période actuelle, et qui depuis auront été taries ou auront changé de cours.

Le forage d'un puits artésien, à Calcutta, a donné quelques notions sur la composition du sol fondamental sur lequel reposent les alluvions. Au-dessous de la couche de marne argileuse, et à peu près au niveau de la mer, on a rencontré un dépôt tourbeux de peu d'épaisseur, reposant sur des argiles contenant des détritus végétaux. Sous les argiles se trouvait une assise puissante de ce dépôt calcaire si fréquent dans l'Inde, que l'on nomme dans le pays *kunkur*, qui reposait elle-même sur des couches alternantes de sable rouge, d'argile jaune et de kunkur. Plus bas, de 43 à 58 mètres de profondeur, on n'a plus rencontré que des sables et des graviers quartzeux.

La roche que l'on désigne sous le nom de *kunkur* est, d'après le docteur J. Hardie, un calcaire compacte ou tufacé, quelquefois pisolithique et oolitique, et même crétacé; souvent il renferme du calcaire siliceux, du sable, des grains de feldspath et même des fragments de granite, de micacite et de calcaire primordial. Dans l'Inde centrale, il forme tantôt

des amas dans les lieux bas, tantôt on le trouve à des hauteurs de près de 1000 mètres. Suivant le même auteur, le kunkur formerait dans certaines vallées, et particulièrement dans celle d'Odeypour, des couches étendues où il empâte fréquemment des cailloux roulés, ce qui lui donne l'aspect d'un conglomérat. Un fait remarquable, et qui tendrait à établir que les couches n'existent pas aujourd'hui dans la position où elles ont été primitivement déposées, c'est que les cailloux ont tous leur grand axe placé verticalement.

Des tufs calcaires, semblables au kunkur, existent dans l'île de Java, où ils sont déposés actuellement par les eaux minérales; il est donc naturel de supposer que c'est à une origine analogue qu'il faut attribuer les couches dont il vient d'être question et qui sont en si grande abondance dans l'Hindoustan. Le dépôt a eu lieu sur une immense échelle, parce qu'il est probable qu'avant la catastrophe qui a mis fin à la période antérieure à celle dans laquelle nous vivons, les eaux thermales étaient beaucoup plus abondantes et plus chargées d'acide carbonique et d'alcali. L'absence de débris de corps organisés dans le kunkur peut s'expliquer par l'action de l'acide carbonique et du chlorure de soude.

Les bancs qui se trouvent à l'entrée du Gange et qui forment les fonds durs, dangereux pour les navires, indiquent probablement les traces d'anciens courants d'eaux minérales qui y auront laissé des dépôts solides.

Le savant secrétaire de la Société asiatique, M. James

Prinsep, a bien voulu joindre à la collection que je formais pour le Muséum, un assez bon nombre de minéraux de différentes parties de l'Inde, dont la description trouvera place à la fin de ce chapitre.

A mesure que les connaissances géologiques s'agrandissent, on est de plus en plus frappé de l'uniformité des dépôts qui se sont formés pendant les premières périodes sur tous les points explorés du globe. La ressemblance complète des roches ne cesse que dans les périodes secondaires, et plus, dans la série des terrains, on se rapproche de la période alluviale dans laquelle nous vivons, plus les types des dépôts diffèrent entre eux. Ces observations sont confirmées par les notions que l'on a recueillies sur la constitution géologique de l'Hindoustan, et dont nous allons donner une rapide analyse.

La chaîne centrale de l'Himalaya est presque entièrement formée de couches de gneiss que percent fréquemment des dykes de granite. Des micacites et des talcites recouvrent le gneiss, et les dépôts de la période phylladienne sont dans l'Inde, comme en Europe, représentés par des phyllades, des psammites et des quartzites. D'après M. de Humboldt, la constitution géognostique de l'Himalaya, entre le lac Manassarovar et le glacier des sources du Gange, offre une analogie complète avec celle des Alpes dans les environs du mont Saint-Gothard.

Au nord et au sud de ces roches anciennes sont deux bandes calcaires qui, d'après les fossiles qu'elles renferment, semblent appartenir à la période créta-

cée. Sur ce calcaire gisent des grès à lignites, et des dépôts diluviens où se trouvent des ossements de grands mammifères.

La formation houillère que l'on trouve au bord de la Dummoudah, et qui s'étend dans la vallée de Rogonatpour, est caractérisée par des schistes, des argiles schisteuses riches en impressions végétales et en débris d'animaux, et des grès houillers. Un psammite, d'un gris jaunâtre, forme une couche supérieure à ce système.

Les roches arénacées et salifères, les marnes irisées et les calcaires liasiques, que le capitaine Franklin a reconnus dans les monts *Bundachel*, appartiennent probablement à la période salino-magnésienne; et les terrains paléothériens paraissent être représentés par les grès, les conglomérats et les marnes si abondantes en ossements fossiles des monts Sivalik. C'est dans ces marnes que l'on a trouvé des ossements de *cerf*, de *cheval*, de *castor*, d'*anthracotérium*, de *crocodile*, d'*ours*, de *tortue*, et enfin d'un nouvel animal, nommé par les naturalistes anglais *sivatherium giganteum*. Les immenses dépôts gemmifères, si abondants dans l'Inde, dont Victor Jacquemont a donné une description circonstanciée, ont probablement été transportés et déposés lors du cataclysme diluvien.

Le séjour de *la Bonite* dans l'Hoogly fut de 35 jours, en y comprenant le temps passé sur les sondes du fleuve, depuis la station des pilotes jusqu'au mouillage de Diamond's Harbour, et celui qui a été nécessaire pour nous rendre au dehors des passes. Pendant ce

temps, la mousson de S. O. était complétement établie au large, mais près des côtes elle était fréquemment remplacée, la nuit, par une petite brise de terre. Les moyennes diurnes de la température de l'air varièrent entre 24°,4 et 31°,1, le maximum ayant été de 38°,2 et le minimum de 20°,0. Celles des eaux du fleuve furent entre 24°,9 et 28°,7; maximum 31°,6, minimum 21°,1. Enfin, sur 725 observations, l'eau fut 316 fois plus chaude et 400 fois plus froide que l'air. Ce résultat est contraire à tous ceux que nous avons obtenus en pleine mer, où, sur une masse pareille d'observations, le nombre de celles où la mer est plus chaude que l'air est toujours plus considérable.

Pendant le séjour que j'ai fait à Calcutta, M. James Prinsep, qui déjà avait bien voulu me donner un assez bon nombre de minéraux intéressants, voulut joindre à ma collection une belle suite de roches et de fossiles rapportés de la terre de Van Diémen et de la Nouvelle-Galles du Sud par le capitaine Cracroft, qui avait recueilli sur les lieux quelques renseignements sur les gisements.

A juger d'après leur composition et surtout par la nature des fossiles que ces roches renferment, on peut croire que les terrains d'où elles proviennent appartiennent aux deux grands étages inférieurs de la période anthraxifère, celui des grès pourprés et celui des calcaires anthraxifères. Les roches qui se représentent le plus souvent dans les échantillons qui ont été recueillis sur le mont Wellington, dans le voisinage d'Hobartown, sont en effet des grès quartzeux

phylladifères d'un jaune noirâtre, des calcaires sédimentaires compactes noirâtres, des calcaires à grains salins dont les parties spathiques sont probablement les restes de tiges d'*encrinites*, des schistes argileux et des calcaires avec schistes.

Toutes ces roches qui se sont montrées à M. Cracroft en couches horizontales, mais peut-être parce qu'il ne les a vues que dans le sens de leur direction, sont, à ce qu'il paraît, recouvertes d'une puissante couche de basalte qui forme le sommet du mont Wellington, dont la hauteur est de 1310 mètres au-dessus du niveau de l'Océan.

Le mont Wellington présente aussi quelques puissants amas d'un diorite compacte qui se retrouve également dans différents points des environs d'Hobartown, et le sol alluvial de la plaine qui s'étend autour de cette ville repose sur un calcaire travertin qui me paraît appartenir à l'époque actuelle et qui renferme de nombreux débris végétaux.

Les assises de grès phylladifères et de calcaires anthraxifères présentent un grand nombre de fossiles fréquemment aplatis par suite de l'énorme pression qu'ils ont subie, et dont la détermination présente des difficultés d'autant plus grandes que le plus souvent le test a disparu et que l'on ne retrouve plus que les moules.

De pareils échantillons n'étant pas suffisants pour une détermination exacte, je ne puis que faire connaître les analogies de ces fossiles avec les espèces décrites, et ce but sera rempli en mettant ici une note

publiée par M. de Verneuil dans le bulletin de la Société géologique de France :

« *La Bonite* a rapporté de la terre de Van Diémen une collection de fossiles qui rappellent les types du terrain carbonifère. Voici quelques-unes des espèces que j'y ai remarquées :

Productus pustulosus (Phillips), très-voisin du *productus scabriculus* (Sow), identique avec l'espèce qui se trouve si abondamment dans le *mountain limestone* du Yorkshire.

Spirifer, voisin du *S. trigonalis*. Il est très-abondant dans cette collection ; il devient fort gros ; il a cinq à six côtes de chaque côté du sillon dorsal.

Autre espèce de *spirifer* avec des côtes dichotomes.

Autre espèce avec des stries transverses sur les côtes, voisine du *S. undulatus* (Sow) ; les côtes sont plus grosses et moins nombreuses.

Spirifer oblatus (Sow) ou *terebratulites lævigatus* (Schlotheim), semblable à ceux de Visé en Belgique.

Très-grand *spirifer* lisse, avec une dépression en forme de gouttière de chaque côté du sillon dorsal ; entre ce sillon et le bord de la coquille.

Grand bivalve.

Grands *pecten* d'espèce nouvelle.

Calamopore d'espèce nouvelle. »

L'île de Van Diémen est coupée par plusieurs chaînes de montagnes séparées par de riches vallées. Les monts Barren, les plus élevés de l'île, ont des sommets qui atteignent la hauteur de 1560 mètres et paraissent appartenir à la période primitive, puisque

M. Lesson y a rencontré des terrains de pegmatite.

Au N. O. de l'île, une chaîne de collines a pris le nom de Montagnes d'asbeste, à cause de la grande abondance de cette substance minérale; elles appartiennent probablement au terrain de serpentine dont M. Lesson a recueilli des échantillons, à 6 milles du port Dalrymple.

Enfin, au S. O., existe un autre massif haut de mille mètres, qui fournit du fer, du cuivre, de l'alun, de l'ardoise, du marbre et de la houille. Les principaux caps de l'île sont formés de basalte qui présente des colonnes prismatiques tantôt isolées, tantôt groupées.

Les roches de la Nouvelle-Galles du Sud, dont la description suit à la fin de ce chapitre celle des précédentes, paraissent appartenir aussi à la période anthraxifère, mais seulement à l'étage intermédiaire, celui des calcaires anthraxifères.

Les fossiles présentent les mêmes espèces que ceux de la terre de Van Diémen, et de plus on y trouve en grande abondance des *rétépores*, des *dentales*, des *cyathophyllum*, des *clypeaster* et des *calamopores*, qui ne se rencontrent que rarement dans les terrains du mont Wellington. Tous ces échantillons ont été recueillis dans les collines de Morambiji, au sud des montagnes Bleues. Des couches récentes, analogues à celles du calcaire travertin que l'on rencontre près d'Hobartown, se retrouvent dans le voisinage de ces collines et contiennent des lignites.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES.

§ I. BORDS DE L'HOOGLY.

605. Marne arénifère jaunâtre et brunâtre.

Constitue aux environs de Diamond's Harbour une assise d'origine alluviale, d'épaisseur variable.

606. Sable quartzeux et feldspathique, blanc et jaunâtre, fréquemment marneux et argilifère.

Sur la rive de l'Hoogly, près Diamond's Harbour.

607. Marne brunâtre, surargileuse et arénifère.

Constitue le sol alluvial des environs de Chandernagor.

608 à 611. Natron (1) arénifère et calcarifère, jaunâtre et noirâtre.

Des environs de Chandernagor, où cette substance, qui se trouve à une faible profondeur, est employée par les Indiens à la lessivation du linge et à d'autres usages domestiques.

(1) *Natron*, espèce unique de la famille des roches à base de sous-carbonate de soude, formé de sous-carbonate de soude souvent mélangé d'autres substances, et particulièrement de sel gemme. Cette roche gît dans les terrains de la période alluviale.

651 (1). Marne arénifère d'un vert-jaunâtre, recouverte après dessiccation de nombreuses efflorescences salines.

Constitue le fond du fleuve près du feu flottant mouillé en dehors des passes.

652. Marne arénifère jaunâtre, contenant quelques lamelles de mica.

Du mouillage près Sagor.

653. Même roche, plus micacée.

Du mouillage près Diamond's Harbour.

---

§ II. ROCHES ET MINÉRAUX DE DIVERSES PARTIES DE L'INDE, DONNÉS PAR MM. JAMES PRINSEP, SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ ASIATIQUE, ET DAVIES DE CHANDERNAGOR.

Spinelle granuliforme rouge foncé (rubis spinelle) ou rouge clair (rubis balais).

Dans un sable quartzeux et pyroxénique provenant des terrains d'alluvion du royaume d'Ava.

Wacke amygdalaire d'un noir-rougeâtre, avec cris-

(1) Pour ne pas séparer les échantillons provenant des alluvions de l'Hoogly, j'ai placé ici ceux qui ont été recueillis au moment du départ de la *Bonite*, quoique les numéros ne se suivent pas. Les numéros intermédiaires ont été donnés aux roches de la terre de Van Diemen, dont la description est plus loin.

taux prismatiques de mésotype blanche, et cuivre carbonaté vert.

Des environs de Bombay.

Même roche, avec cristaux d'apophyllite grisâtre et de stilbite blanche mamelonnée.

Du même lieu.

Stilbite d'un blanc jaunâtre, aciculaire rayonnée, mamelonnée à la surface.

Du même lieu.

Stilbite rayonnée, translucide, blanc jaunâtre à éclat nacré très-prononcé.

Du même lieu.

Apophyllite en cristaux prismatiques droits, les uns limpides, les autres d'un blanc verdâtre; dans une gangue basaltique.

Du même lieu.

Bitume brun jaunâtre, opaque et très-malléable.

Du royaume d'Ava.

Manganèse hydraté, noirâtre, ramuleux.

Des environs d'Aymeer.

Fer oxydulé, gris noirâtre, en cristaux octaédriques très-réguliers; dans une roche phylladienne.

De Salem (Inde du Sud).

Soude carbonatée blanchâtre, en masses aciculaires et soyeuses.

Déposée par les eaux du lac Lonar, près Jaulnah (Inde centrale).

Amphibole-actinote d'un blanc verdâtre, translucide et laminaire.

Des montagnes de Cassia-Selet, à l'est de Calcutta.

Graphite d'un gris noirâtre, tendre, fibro-laminaire.

Des terrains primordiaux de l'île de Ceylan.

Antimoine sulfuré d'un gris bleuâtre, compacte, à cassure granuleuse.

Des côtes du Pégu.

Cuivre carbonaté vert, terreux.

Des environs de Nellore (Inde du Sud), où ce minerai gît en filons dans un terrain de micacite.

Cuivre carbonaté vert, à éclat soyeux, mamelonné à la surface.

Même gisement.

Serpentine tendre d'un vert foncé, avec filaments d'asbeste flexible blanc.

De l'Inde centrale.

Anhydrite laminaire, d'un blanc grisâtre.

Des monts Himalaya.

Fer oligiste gris, à éclat très-vif, granuleux et laminaire.

Des montagnes au nord de Calcutta.



Anhydrite.
Du même lieu.

Jaspe vert.
Du même lieu.

Quartz hyalin blanc vitreux.
Du même lieu.

Cuivre carbonaté vert et bleu.
Du même lieu.

Fer oligiste, rouge terreux.
Du même lieu.

Serpentine dure, vert jaunâtre, avec filaments d'asbeste blanc contourné et disposé en petites veines se croisant dans tous les sens.
Du même lieu.

Pouddingue quartzeux, formé de galets de phtanite noirâtre et de jaspe rouge, réunis par un ciment siliceux jaunâtre.
Du même lieu.

Phyllade noirâtre avec empreinte d'*ammonite*.
Du même lieu.

§ III. ROCHES ET FOSSILES DE LA TERRE VAN DIÉMEN, RECUEILLIS ET DONNÉS PAR LE CAPITAINE CRACROFT.

613. Grès quartzeux phylladifère (1), jaune noirâtre, contenant des moules et empreintes de grands *spirifers*, dont quelques-uns conservent une partie de leur test. Quelques-uns des moules sont notablement aplatis.

En couches horizontales à la base du mont Wellington, près Hobartown.

613 *bis*. Calcaire sédimentaire compacte (2), phylladifère, noirâtre et rougeâtre, contenant un *spirifer* recouvert d'une partie de son test.

Dans le même lieu, en couches subordonnées dans le grès quartzeux phylladifère.

(1) *Grès quartzeux phylladifère*, R. de la famille des roches quartzeuses, formée de matières quartzeuses et phylladiennes réunies par un ciment quartzeux.

Se trouve dans les étages ampélitiques et phylladiques de la période phylladienne, dans les étages inférieurs de la période anthraxifère, et dans le voisinage des phyllades de la période salino-magnésienne.

(2) *Calcaire sédimentaire compacte*, R. de la famille des roches calcaires, formée de parties de calcaire compacte réunies par un sédiment.

Ces roches commencent à paraître dans les terrains de la période anthraxifère, et se retrouvent jusque dans les terrains paléothériens les plus récents.

614. Schiste argileux (1), gris noirâtre, avec moules et empreintes de *spirifer*.

Même gisement.

615. Calcaire avec schiste argileux proprement dit (2), gris noirâtre, contenant des noyaux spathiques et un *spirifer* minéralisé en calcaire blanc.

Du mont Wellington.

615 *bis*. Schiste argileux noirâtre avec coquilles de *spirifer* disséminées et minéralisées en calcaire gris bleuâtre fibreux, dont les fibres sont perpendiculaires aux faces de la coquille.

Du mont Wellington.

616. Calcaire avec schiste argileux proprement dit gris noirâtre, contenant des moules de *spirifer*.

Du mont Wellington.

(1) *Schiste argileux*, R. de la famille des roches argileuses, ordre des roches argileuses proprement dites; formée d'argilite mélangé de matières phylladiennes et de grains quartzeux et feldspathiques.

Le schiste argileux commence à se montrer à la partie supérieure des terrains phylladiens, et continue jusqu'au-dessus des terrains de la période anthraxifère.

(2) *Calcaire avec schiste argileux proprement dit*, R. de la famille des roches calcaires, formée de parties de calcaire compacte réunies par un sédiment de schiste argileux, dont la proportion varie de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{20}$.

Cette roche se montre à la partie supérieure des terrains de l'étage ampélitique de la période phylladienne, dans ceux de la période anthraxifère, et dans le système des calcaires phylladifères alpins de la période salino magnésienne.

617. Calcaire phylladifère, gris noirâtre, avec moules de *productus*.

Du mont Wellington.

618. Même roche avec *productus* et *spirifer*.

Du mont Wellington.

619. Calcaire à grains salins, grisâtre, contenant de nombreuses amandes spathiques et des empreintes de *spirifer*.

Du mont Wellington.

620. Calcaire avec schiste argileux proprement dit, gris noirâtre, contenant une valve d'un grand *pecten*.

Du mont Wellington.

620 *bis*. Même roche avec grand *pecten* et polypiers anciens du genre *rétépore*.

Du mont Wellington.

621. Même roche avec *flustres*.

Même gisement.

622. Même roche fibreuse et pyritifère avec *flustres*.

Du mont Wellington.

Toutes ces roches forment des couches horizontales recouvertes d'une assise puissante de basalte qui forme la partie supérieure du mont Wellington.

623. Calcaire blanc jaunâtre, en plaques minces,



compactes à la surface et cristallisées au centre.

Dans les fissures du basalte, près Hobartown.

624. Diorite à grains moyens, formée d'amphibole noir et de feldspath blanc, contenant quelques pyrites disséminées et recouverte de chaux carbonatée spathique concrétionnée.

Des environs d'Hobartown.

625. Même roche à amphibole vert noirâtre.

Du même lieu.

626. Calcaire concrétionné récent, incrustant des débris végétaux.

Des environs d'Hobartown.

627. Schiste argileux, noirâtre, contenant des *spirifer* et un polypier du genre *flustre*.

De la terre Van Diémen.

628. Conglomérat calcaire coquillier et argilifère, noirâtre, très-récent, avec coquilles du genre *Vénus*, dont quelques-unes ont encore leurs couleurs naturelles.

Baie d'Henri.

628 *bis*. Grès quartzeux calcarifère, jaunâtre, avec coquilles du même genre.

Du même lieu.

629. Tuf calcaire, très-moderne, avec coquilles perforantes.

Du même lieu.

630. Même roche.

Du même lieu.

§ IV. ROCHES ET FOSSILES DE LA NOUVELLE-GALLES DU SUD.

631. Calcaire sédimentaire compacte, d'un noir verdâtre, avec *pecten* et *rétépore*.

Des collines de Morambiji, au sud des montagnes Bleues.

632. Calcaire avec schiste argileux proprement dit, noirâtre et feuilleté, contenant des parties spathiques blanches cristallisées et des empreintes de *spirifer* et d'un polypier indéterminable.

Du même lieu.

633. Calcaire sédimentaire compacte, grisâtre, à veines de calcaire blanc, formant des plaques recouvertes d'empreintes de *spirifer* et de *dentale*.

Du même lieu.

634. Calcaire compacte avec schiste argileux noir feuilleté, contenant des moules de *spirifer*.

Du même lieu.

635. Silex rubanné, blanchâtre et bleuâtre, fortement pyritifère.
Du même lieu.

636. Calcaire sédimentaire à grains salins, grisâtre, avec empreintes d'*encrinites* et de *cyathophyllum*.
Du même lieu.

637. Galet de calcaire lamellaire, blanc et gris bleuâtre, avec empreintes de polypier du genre *clypeaster*.
Du même lieu.

638. Calcaire compacte blanchâtre concrétionné.
De la pointe Philippe.

639. Galets de calcaire compacte grisâtre, avec polypier.
Du même lieu.

640 et 641. Calcaire compacte noirâtre, avec empreintes de *productus*.
Des collines de Morambiji.

642. Calcaire sédimentaire à grains salins, avec *encrines* et *cardium hybernicum*.
Du même lieu.

643 et 644. Calcaire avec schiste argileux propre-

ment dit, noirâtre, contenant des empreintes de *spirifer.*

Du même lieu.

645. Calcaire sédimentaire à grains salins, avec polypier du genre *calamopore.*

Du même lieu.

646. Calcaire compacte lamellaire blanc.

Du même lieu.

647. Calcaire phylladifère, noirâtre, avec empreintes de coquilles indéterminables.

Du même lieu.

648. Calcaire sédimentaire à grains salins, grisâtre, avec polypier du genre *calamopore.*

Du même lieu.

649. *Turbinolie* silicifiée sur un calcaire compacte noir, contenant des nodules de calcaire blanc cristallisé.

Du même lieu.

650. Lignite fibreux et compacte, avec efflorescences gypseuses et calcaires.

D'un terrain récent, au même lieu.

CHAPITRE XVI.

Traversée dans l'océan Indien, des bouches de l'Hoogly à Pondichéry. — Vents, courants et température de l'atmosphère et de l'Océan. — Situation de Pondichéry. — Barre. — Terrains des environs. — Calcaire arénifère et fossiles de la période crétacée. — Nature du sol dans les environs de Trévincarré. — Bois silicifiés. — Opinion sur leur présence en ce lieu. — Age de la métaxite dans laquelle ces bois sont engagés. — Concrétions singulières prises pour des branches et des fruits. — Terrain de diorite de la période primitive. — Hypothèse relative aux limites anciennes de l'océan Indien. — Emploi des bois agatisés. — Notions sur la nature de la chaîne centrale de la presqu'île de Coromandel. — Observations thermométriques faites en rade. — Description et gisement des roches des environs de Pondichéry.

Le 6 mai, *la Bonite* se trouvant en dehors des passes de l'Hoogly, fit route dans l'océan Indien, vers Pondichéry, où elle mouilla le 28 du même mois. Comme cela était facile à prévoir, puisque la mousson de sud-ouest était complétement établie, les vents furent presque constamment contraires, varièrent du S. S. O. au N. O., et soulevèrent à plusieurs reprises une mer furieuse qui occasionna à *la Bonite* de graves

accidents. Les circonstances de cette navigation pénible appartiennent à l'histoire du voyage, et ne peuvent trouver place dans ce volume.

Pendant les vingt-deux jours que dura cette traversée, le courant eut pour effet de porter le navire de 52 lieues au sud et de 30 à l'est ; et ce résultat est assez remarquable, puisque les vents ont presque toujours tenu de la partie du sud.

Les températures moyennes de l'air varièrent entre 24°,6 et 30°,5, le maximum ayant été de 34°,9 et le minimum de 23°,1. Celles de la mer furent entre 26°,8 et 30°,7, le maximum ayant été de 31°,9 et le minimum de 24°,1. Enfin, sur 568 observations, la mer fut 395 fois plus chaude et 137 fois plus froide que l'air.

La côte orientale de la presqu'île de Coromandel, sur laquelle s'élève la ville de Pondichéry, est basse, sablonneuse, et se dirige à peu près du nord au sud. L'action des vents du large, qui la frappent obliquement pendant les deux moussons, a produit, tout le long de cette côte, un amas sablonneux qui la prolonge à 40 à 50 mètres de distance, en laissant entre lui et la côte une partie plus profonde. Cette sorte de bourrelet se manifeste par une ligne de brisants que l'on nomme *barre*, que les embarcations du pays, construites exprès à fonds très-plats, peuvent seules franchir sans danger. Ce phénomène, particulier à cette côte, forme une ligne de défense naturelle, qui ne peut que rarement être forcée avec succès.

Dans les environs de Pondichéry, le sol est bas,

peu accidenté, et la roche sur laquelle repose le terrain diluvien et alluvial, ne se montre qu'à une assez grande distance de la côte dans l'intérieur.

Les principaux édifices sont construits d'un granite et d'un calcaire lumachelle, que je n'ai pu rencontrer en place, malgré les recherches que j'ai faites, mais que j'ai trouvé en gros blocs enfouis dans le sol près du village de Valdaour, à 4 lieues environ N. E. de Pondichéry. Ce calcaire argilifère, jaunâtre et brunâtre, renferme de nombreux débris de coquilles, dont les principales appartiennent aux genres *catille*, *inocérame*, *natice*, *huître*, *bélemnite*, *hamite* et *scaphite*. Ces fossiles caractéristiques, en Europe, du terrain crétacé, ont probablement vécu ici à la même époque, et les dépôts qui les contiennent seraient alors synchroniques des terrains appartenant à cette période. Suivant toute probabilité, ce terrain existe en place dans le voisinage, mais les débris que j'en ai rencontrés appartiennent à l'assise diluvienne.

A une lieue environ de Valdaour, et toujours dans la direction du N. E., on trouve Trévincarré ou Treewikera, petit village situé près de la rivière de Villenore. C'est là le but ordinaire des excursions des voyageurs, qui y sont attirés tant par les nombreuses pétrifications siliceuses que l'on y rencontre, que par les ruines d'une magnifique pagode qui fut en partie détruite par l'armée de Hayder-Ali-Kan, lors de son passage en 1781.

Aux environs de Trévincarré, le sol n'a plus le même aspect qu'à Valdaour, où un terrain alluvial et

diluvien d'une grande épaisseur favorise le développement de la végétation. Ici, il est accidenté par une chaîne de collines dénudées, de formes arrondies, hautes au plus de 12 à 15 mètres, qui se dirigent du nord au sud, et qui s'étendent en largeur sur un espace d'environ une demi-lieue. La roche qui les forme est une métaxite rougeâtre, fortement imprégnée de peroxyde de fer, et formée de petits grains de sable quartzeux et de larges plaques de kaolin, le tout faiblement lié et facilement désagrégeable, dont les couches sont horizontales. Les eaux pluviales ont creusé dans cette roche de profonds sillons, et entraîné dans les petites vallées qui séparent les collines une masse sablonneuse dont la présence empêche le développement de toute végétation.

Celle de ces collines qui se trouve le plus près de la pagode de Trévincarré, dans la direction du N. E., a été plus particulièrement examinée. Sur le sommet et sur les pentes, on rencontre un nombre considérable de troncs d'arbres dicotylédonés, plus ou moins longs, mais dont quelques-uns atteignent 3 à 4 mètres, et qui sont complétement silicifiés.

Ces troncs gisent sur le sol, dans tous les sens; quelques-uns y sont implantés dans une position voisine de la verticale; d'autres, qui gisent horizontalement, sont plus d'à moitié recouverts par la roche, et quelques-uns paraissent avoir été récemment mis à nu par suite des désagrégations atmosphériques. Nulle part, quelques recherches que j'aie faites, je n'ai rencontré ni racines, ni branches, quoique, sur

beaucoup de troncs, on remarque la place où les branches étaient implantées.

La plupart des voyageurs qui ont écrit sur cette localité, préoccupés de l'idée que ces arbres avaient vécu sur place, les ont désignés comme étant de la même espèce que ceux qui y vivent actuellement, et les ont classés dans la famille des tamariniers, en désignant sous le nom de Colline des tamariniers celle de ces petites éminences sur laquelle ils sont le plus abondants. La détermination de la nature de ces bois présente de très-grandes difficultés; mais MM. Cordier et Adolphe Brongniart sont, l'un et l'autre, d'avis que ce ne sont pas des tamariniers.

Si, comme plusieurs voyageurs l'ont pensé, les arbres auxquels ont appartenu les troncs dont il s'agit avaient vécu à la place où on les trouve aujourd'hui, on trouverait certainement aussi des branches et des racines silicifiées. Il est beaucoup plus probable qu'ils ont été transportés par les eaux au lieu où on les rencontre, et je pense que, de la position de la plupart d'entre eux, qui ne reposent pas sur la roche, mais qui y sont engagés par des portions notables de leur volume, on peut tirer une conclusion importante : c'est que, amenés par les eaux de quelques contrées lointaines, ces arbres flottaient sur l'océan dans lequel se déposait le conglomérat de quartz et de feldspath, dont les éléments étaient fournis par la désagrégation des roches primordiales qui se trouvent près de là et dont nous allons parler, et que, silicifiés par suite de la substitution des molécules siliceuses

dont les eaux étaient surchargées, aux parties végétales, ils ont été submergés lorsque leur pesanteur spécifique a été plus grande que celle de l'eau et se sont déposés dans diverses situations, suivant que le phénomène de pétrification avait été plus prompt dans une partie que dans une autre. Ils ont ensuite été recouverts, en tout ou en partie, par la roche qui continuait à se former et à exhausser le fond de cette mer, qui contenait en suspension les matières qui entrent dans sa composition.

Aucun fossile ne se trouve dans les métaxites, et le fait ne doit pas étonner, puisque l'on sait qu'il est fort rare d'en rencontrer dans les conglomérats siliceux; mais, d'après l'inspection de la roche, M. le professeur Cordier a été conduit à penser qu'elle appartenait, comme la métaxite de Sincapour, à l'étage des faluns de la période paléothérienne. D'après les considérations énoncées plus haut, il me paraît rationnel de conclure que ces arbres appartiennent soit à la végétation de cette période, soit à celle d'une période antérieure.

Sur la même colline, on trouve en grande abondauce deux sortes de concrétions de forme singulière. Les premières sont des tubes creux, souvent assez longs, formés de métaxite très-ferrugineuse, qui gisent dans la roche à toute profondeur, et qui s'en détachent facilement. Ces tubes sont remplis d'une argile sablonneuse friable.

Les autres sont sphériques et de la grosseur d'une noix; leur surface extérieure est généralement ru-

gueuse et incrustée de fer, mais, en les brisant, ils présentent à la cassure des zones de couleur et de densité différentes, l'intérieur étant rempli de sable et d'argile pulvérulente.

Ces deux sortes de corps doivent probablement leur origine au travail de certains insectes, qui pouvaient facilement pénétrer dans une roche aussi friable que la métaxite. Quelques voyageurs les ont pris pour les fruits et les branches des arbres dont on retrouve les troncs; mais, indépendamment de ce que la nature minéralogique est essentiellement différente, les troncs étant complétement agatisés, et les corps dont il s'agit n'étant formés que de sable et d'argile agglutinés, rien dans la forme ne peut confirmer cette opinion. Si les petits tubes représentaient les branches, comme on l'a dit, on ne s'expliquerait pas comment il se ferait que les plus petites auraient seules été conservées, tandis qu'il n'existerait pas de traces des plus grosses.

La colline de métaxite, sur laquelle les pétrifications se trouvent en plus grande abondance, est, comme nous l'avons dit plus haut, la plus méridionale d'une petite chaîne formée d'un grand nombre d'éminences pareilles. A 200 mètres environ dans l'ouest de cette colline, se rencontre un autre système de petites montagnes qui semblent se lier avec la chaîne de Gengi, dont on aperçoit les sommets à quelques lieues de l'ouest.

Ces collines sont d'une nature géognostique bien différente des premières, car au lieu d'appartenir aux

terrains de la période paléothérienne, elles font partie des couches les plus anciennes du globe. La roche qui les constitue est une diorite noirâtre un peu quartzifère, évidemment de consolidation primitive. La disposition des lieux et le peu de temps que j'ai pu consacrer à l'exploration des environs, ne m'a pas permis de reconnaître si cette roche est stratifiée ou si elle est sans délit.

Tout le terrain que j'ai parcouru dans la direction du nord et de l'ouest, par rapport à cette colline de diorite, est de formation primitive. C'est donc en ce point que, suivant toute apparence, l'océan Indien avait son rivage, dans la période qui a précédé celle dans laquelle nous vivons.

Dans cette hypothèse, la grande abondance des débris végétaux silicifiés, dans les terrains les plus voisins de ce système de diorite, et la rareté relative de ces mêmes débris, dans la partie du pays plus voisine du rivage actuel, s'expliquent parfaitement, puisqu'on conçoit facilement que ces débris ont dû s'accumuler près du rivage.

Les terrains de calcaire de la période crétacée, que je n'ai pas vus en place, mais qui existent entre le terrain primordial et la mer, formaient alors une ou plusieurs îles à peu de distance de la côte. Les éminences de métaxite qui règnent à peu de distance de la limite du terrain de diorite, n'auraient-elles pas été formées autrefois d'une manière analogue à cette ligne de brisants qui forment aujourd'hui comme un bourrelet tout le long du rivage actuel? Une fois le

champ des conjectures ouvert, il est difficile de s'arrêter.

Les joailliers de Pondichéry emploient à une foule d'ouvrages ces bois silicifiés, dont les couleurs sont aussi belles que celles des plus belles agates. Ils préfèrent celles qui, à la cassure, ont des nuances brunes ou pourpres, veinées de gris et de blanc. C'est dans leurs parties centrales que ces nuances sont les plus belles, et que la densité du minéral est la plus grande.

Les arbres dicotylédonés non déterminés, dont il vient d'être question, ne sont pas les seuls que l'on rencontre dans les environs de Pondichéry; on y trouve aussi des fragments de bois appartenant à des familles monocotylédonées, mais ces derniers y sont beaucoup moins abondants.

Les sommets principaux de la chaîne qui partage la presqu'île de Coromandel, sont, d'après Calder, formés de granite. Sur les flancs, on trouve du gneiss, des micacites, et du calcaire primordial et phylladifère, qui fournit des marbres de diverses nuances.

M. Leschenaux a remarqué, dans les environs de Pondichéry, des efflorescences alcalines, qui ont probablement la même origine que celles dont j'ai signalé l'origine dans les environs de Chandernagor.

Au mouillage de Pondichéry, les brises furent variables, quoique plus fréquemment de la partie du sud-ouest. Les températures moyennes de l'air varièrent entre 27°,1 et 30°,1, maximum 34°,4, mini-

mum 27°.3. Celles de la mer furent entre 27°.3 et 29°.2, le maximum ayant été de 31°.1 et le minimum de 26°.4. Sur 398 observations, la mer fut 156 fois plus chaude et 228 fois plus froide que l'air.



DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES

DES ENVIRONS DE PONDICHÉRY.

---

654. Sable quartzeux micacé, contenant quelques grains de titanate de fer.

Sur la plage de Pondichéry.

655. Calcaire argilifère jaunâtre et brunâtre, avec nombreux débris de coquilles des genres *catilles*, *inocérames*, *huîtres*, *bélemnites*, *hamites*, *scaphites*, *natices*, etc.

En gros blocs enfouis dans le sol, près du village de Valdaour.

656. Métaxite (1) formée de grains moyens de quartz rougeâtre et de larges plaques de kaolin blanc.

Se trouve en couches horizontales, et constitue des collines arrondies, près de la pagode de Trévincarré.

657. Métaxite rougeâtre fortement imprégnée de

(1) Fait partie de la collection des terrains au Muséum. Période palæothérienne, étage des faluns, terrains de métaxite.

peroxyde de fer; en rognons sphériques creux, de la grosseur d'une grosse noix.

Sur le sol des collines de métaxite.

658. Fer oligiste arénifère, réniforme.

Même gisement.

659. Bois silicifié dicotylédoné.

Sur le sol des collines de métaxite.

Ces bois contiennent fréquemment des infiltrations de peroxyde de fer noir métallique, dirigées dans le sens des couches ligneuses.

Quelques-uns des nombreux échantillons compris sous ce numéro sont minéralisés en feldspath gris-jaunâtre.

660. Kaolin blanc, tacheté de noir, quartzifère et amphibolifère.

En filons verticaux affleurant le sol de la vallée qui sépare la colline de métaxite, de celle formée de la roche primordiale suivante.

661. Diorite quartzifère à grains moyens de feldspath gris noirâtre et d'amphibole noir, contenant quelques cristaux de quartz blanc vitreux.

Forme une colline arrondie de 20 à 30 mètres de haut, à 200 mètres dans l'ouest de la colline de métaxite.

662. Bois monocotylédoné silicifié.

De troncs gisant sur le sol près de la Chauderie des Bergers, à 8 kilomètres au N.-O. de Pondichéry.

663. Bois silicifié monocotylédoné.
Des environs de Bombay.

664. Fer oligiste d'un gris métallique.
De Porto-Nuevo, à dix lieues au sud de Pondichéry.

665. Fer oligiste sur une scorie trachytique.
De Batavia.

666. Quartzite verdâtre.
Des terrains primordiaux de Batavia.

667. Mimosite décomposée avec amandes de céréolithe.
De Batavia.

668. Péridotite en partie décomposée.
De Batavia.

CHAPITRE XVII.

Départ de Pondichéry. — Vents, courants et observations thermométriques dans l'océan Indien, de Pondichéry à Saint-Denis de Bourbon. — Formes et dimensions de l'île Bourbon. — Distinctions géologiques et topographiques entre la partie du N. E. et celle du S. O. — Description des environs de Saint-Denis. — Nature des roches et des minéraux accidentels. — Couches de lignites inférieures à des masses considérables de basalte démantelé. — Calcaire récent. — Laves et scories du volcan de Bourbon. — Rareté des tremblements de terre. — Observations météorologiques faites en rade. — Départ de Saint-Denis. — Aperçu sur la nature géologique de l'île Sainte-Hélène. — Vents, courants et observations thermométriques pendant la traversée de Saint-Denis à Brest. — Observations de température faites à profondeur. — Description et gisement des roches des îles Bourbon et Sainte-Hélène.

Le 12 juin au soir, nous appareillâmes et quittâmes la rade de Pondichéry. Pendant la première partie de la traversée, les vents du sud-ouest soufflèrent constamment, mais lorsque nous fûmes arrivés par 5° de latitude sud, et 85 de longitude est, la mousson nous abandonna, et les vents généraux du S. E. prirent le dessus et nous conduisirent au

mouillage de Saint-Denis de Bourbon, où nous arrivâmes le 11 juillet. L'effet compensé du courant, pendant les vingt-neuf jours de la traversée, fut de nous porter de 42 lieues au sud et de 5 à l'est; mais si nous considérons seulement la première période pendant laquelle régna la mousson, nous trouverons que leur résultat fut de nous faire avancer, dans 14 jours, de 67 lieues au sud et de 79 à l'est, tandis que, dans les 15 jours suivants, nous fûmes portés de 25 lieues au nord et de 74 à l'ouest. On peut déduire de ce résultat que les courants de l'océan Indien suivent à peu près la direction des vents, avec cette différence, toutefois, que, pendant la mousson du sud-ouest, ils portent fréquemment au sud. Ce résultat est, du reste, d'accord avec celui que nous avons déjà obtenu dans l'évaluation des courants, dans la traversée des bouches de l'Hoogly à Pondichéry.

Les températures moyennes, déduites des observations faites d'heure en heure, varièrent, pour l'air, entre 19°,7 et 29°,6; le maximum ayant été de 35°,0 et le minimum de 18°,0. Pour la mer, les températures furent entre 21°,7 et 28°,6, le maximum ayant été de 29°,6 et le minimum de 22°,8. Sur 696 observations, la mer fut 510 fois plus chaude et 168 fois plus froide que l'air.

Le 11 juillet, nous mouillâmes devant la ville de Saint-Denis, capitale de l'île Bourbon et résidence du gouverneur.

L'île Bourbon, dont la forme est à peu près circulaire, a près de 40 lieues de circonférence, et les

principaux sommets s'élèvent à une hauteur d'environ 3000 mètres. Sa masse entière est formée de produits volcaniques amoncelés les uns sur les autres, qui forment des plateaux et des pics élevés, dont les pentes se prolongent vers la mer. Une bande étroite de terrain cultivable règne tout le long du rivage, et une portion de la partie centrale de l'île, regardée longtemps comme inaccessible, n'était que bien imparfaitement connue avant l'excellente description qui en a été faite par M. Bory de Saint-Vincent, à l'ouvrage duquel nous empruntons la plupart des faits généraux que nous reproduirons ici.

Quoique les roches qui constituent le sol tout entier de Bourbon soient, sinon identiques, mais au moins analogues, il est facile de se convaincre, à la seule inspection d'une carte topographique, que l'île peut être divisée en deux parties bien distinctes suivant les différences de relief du sol.

La première est située à la partie occidentale de l'île, et a pour points culminants le Gros Morne ou les Salazes, le Cimandef et tous les sommets élevés qui règnent au nord et au sud de ces points principaux. C'est là que l'action volcanique a dû s'exercer dans les temps anciens, avec une puissance bien supérieure à celle que cette même action possède aujourd'hui. Les coulées de lave produites, soit par les éruptions des cratères principaux, soit par les cratères secondaires ouverts sur les pentes, lorsque la pression exercée intérieurement sur la masse liquide n'a pas été assez forte pour faire parvenir la lave liquide



aux sommets, se sont dirigées soit vers le nord, pour former les hautes cimes qui dominent Saint Denis, soit vers le midi et vers l'est, laissant pour traces de leur passage les chaînes élevées qui viennent aboutir à la mer. Le trait le plus caractéristique de cette partie de l'île, est qu'elle est sillonnée de profonds ravins ouverts longtemps après les éruptions, et que nulle part on n'y rencontre de traces d'éruptions récentes.

La seconde des deux parties que nous considérons, s'étend au S. E. de celle-ci, et est dominée par le volcan actuellement brûlant qui y exerce fréquemment des ravages. Les phénomènes de bouleversement qui ont disloqué la partie occidentale, n'ont point ici laissé de trace, soit parce que, à l'époque où ces phénomènes ont eu lieu, toute cette partie de l'île était encore au-dessous de l'Océan, soit parce que ces traces auraient disparu, cachées aujourd'hui par les produits des éruptions modernes, qui auraient comblé les ravins et nivelé le sol, en lui donnant une pente régulière.

Les environs de Saint-Denis que j'ai visités appartiennent à la première de ces formations. Les sommets élevés qui dominent la ville sont séparés par de profondes ravines où coulent des ruisseaux qui, parfois, deviennent des torrents. Les bords de ces ravines sont taillés à pic, sauf dans quelques points où des éboulements ont eu lieu; et la succession des coulées que l'on y reconnaît des deux côtés, à la même hauteur, avec leurs couches supérieures et inférieures de débris incohérents, indique suffisam-



ment que ces crevasses ont été ouvertes longtemps après la formation des couches, dans un de ces cataclysmes dont on retrouve partout les traces, et qui ont tant de fois changé le relief extérieur de la terre. Les angles saillants de l'un des côtés correspondent aux angles rentrants de l'autre, et à l'inspection des lieux, il ne peut rester aucun doute que la catastrophe qui a brisé et désuni ces montagnes a été postérieure à leur entière formation.

Indépendamment des coulées horizontales, ou faiblement inclinées, que l'on peut suivre de l'œil dans les deux falaises, on remarque aussi un grand nombre de filons presque verticaux qui les pénètrent et qui souvent se ramifient dans les couches inférieures. Les parties scoriacées sont interrompues tout aussi bien que le basalte plus solide du centre de la couche; mais la roche qui constitue ces espèces de filons est de même nature que les couches elles-mêmes. Il est probable qu'ils doivent leur origine à des fissures ouvertes dans les coulées inférieures, et remplies de haut en bas par la lave des coulées qui se répandaient à l'état liquide sur leurs surfaces.

De beaux prismes de basalte se montrent des deux côtés des escarpements de la rivière de Saint-Denis; ces prismes, dont la formation est aujourd'hui universellement reconnue être le résultat du retrait occasionné par un refroidissement lent, sont tantôt verticaux, tantôt inclinés suivant la situation des surfaces des coulées, auxquelles ils sont toujours perpendiculaires.

La majeure partie des roches que j'ai recueillies dans les environs de Saint-Denis, sont des laves pyroxéniques où le péridot est assez abondant pour que j'aie cru devoir les ranger dans l'espèce péridotite. Des roches vitreuses formées des mêmes éléments, telles que des gallinaces et des roches argileuses résultant de la décomposition des laves pyroxéniques, sont, avec celles-ci, les seules que j'aie rencontrées en place à Bourbon. Cependant des galets de phonolithe trouvés sur la plage de Saint-Denis, et un échantillon de trachyte recueilli au pied des Salazes, indiquent que quelques-unes des coulées de la partie la plus ancienne de l'île étaient formées de laves feldspathiques.

Les basaltes et les péridotites de Bourbon contiennent fréquemment des amandes de matière zéolithique blanche, qui, le plus souvent, est cristallisée en fibres rayonnées. Cependant quelques-uns ont présenté de la chabasie et de l'analcime, qui ont les formes cristallines qui leur sont propres. Quelques voyageurs ont trouvé sur l'île Bourbon des roches qu'ils ont désignées comme des granites, ce qui semblerait indiquer que les terrains primordiaux y sont représentés; mais il y a tout lieu de croire qu'il y a eu erreur dans la détermination de ces roches, et que ce ne sont que des laves pyroxéniques, telles que des mimosites ou des dolérites, qui ont une structure granitoïde dont l'apparence a souvent induit en erreur d'habiles observateurs.

Les rivières qui descendent des Salazes vers la mer



charrient avec elles un grand nombre de substances qui ont été détachées des basaltes. M. le docteur Chabrié a trouvé parmi elles un magnifique cristal d'arragonite prismatique qu'il a bien voulu joindre à ma collection, et qui figure dans la collection minéralogique du Muséum.

Le ravin de la même rivière a présenté à M. Gaudichaud, notre compagnon de voyage, un fait intéressant qu'il a bien voulu me communiquer.

Entre deux couches de pépérino formées de galets de wacke réunis par un ciment de tufa, se trouve une assise épaisse d'environ 1 mètre, formée exclusivement de lignites contenant de nombreux débris de végétaux dicotylédonés. La couche supérieure de pépérino est elle-même recouverte par les basaltes qui forment la montagne dite cap Arzule, élevée d'environ 200 mètres au-dessus du lit de la rivière du Mât. Lorsque ces basaltes se sont répandus à l'état liquide, ils ont rempli des fissures ouvertes dans les couches de pépérino et de lignite, qui dans plusieurs points sont coupés par des masses à peu près verticales de basalte semblable à celui qui les recouvre.

De l'autre côté de la rivière, la même succession se représente; mais les couches ne se correspondent plus par leur hauteur, d'où l'on peut conclure que le mouvement qui a disloqué la montagne et ouvert le ravin qui sert de lit à cette rivière, a en même temps abaissé l'un des deux côtés.

La présence des lignites sous les basaltes des deux côtés du ravin dans lequel coule la rivière du Mât

prouve que la végétation sur l'île Bourbon a été de beaucoup antérieure au cataclysme qui a donné à l'île son relief actuel.

Sur quelques points de l'île se rencontre un calcaire de formation récente, qui forme des assises de quelque puissance et qui incruste fréquemment des débris végétaux. Ces assises se trouvent à la surface du sol et me paraissent être des produits de l'époque actuelle.

Les laves et les scories provenant des déjections récentes du volcan brûlant de Bourbon me semblent avoir, avec les produits plus anciens, une analogie complète. La seule différence est dans les teintes, qui sont plus prononcées pour celles des déjections que les influences atmosphériques n'ont pas encore eu le temps d'attaquer profondément.

A Bourbon, comme dans presque toutes les contrées où se trouvent des volcans en activité, il est presque impossible d'étudier la partie intérieure et compacte des coulées récentes, dont on ne doit pas juger la nature par celle des parties superficielles; mais il est probable que si les travaux des hommes ou toute autre circonstance venaient à les mettre au jour, on trouverait identité à peu près complète entre les produits d'âges différents. La masse des déjections volcaniques de tout le globe n'a pas encore été assez considérable, et la masse fluide interne n'a pas encore été assez diminuée, pour que l'on puisse trouver une grande différence dans la nature minéralogique des produits.

Les laves récentes présentent souvent une dispo-



sition singulière que je décris plus loin dans le catalogue des roches, au n° 692. Ces formes déjà signalées plusieurs fois dans les descriptions de collections, sont le résultat de la pénétration de grands végétaux par la lave en fusion; elles prouvent combien est grand le degré de fluidité des laves en sortant des bouches d'éruption.

Le volcan de Bourbon est décrit avec détails dans l'ouvrage déjà cité de M. Bory de Saint-Vincent, qui, le premier, parvint au cratère par le côté de la mer où se projettent et s'étendent les matières qui en découlent. En 1822, ce volcan a recouvert une partie du *pays brûlé* d'une gallinace filamenteuse absolument semblable à celle que j'ai décrite dans le chapitre qui traite des îles Sandwich, et qui provient du volcan de Kirau-ea.

Les produits des éruptions du volcan de Bourbon ne pouvant trouver un passage ni dans l'intérieur de l'île, ni sur les côtés, à cause des remparts élevés qui circonscrivent le cratère, s'écoulent entièrement vers la mer et tendent à allonger l'île dans cette direction.

Les tremblements de terre sont très-rares à Bourbon; cela vient probablement de ce que le cratère du volcan, qui laisse presque toujours échapper des gaz, est en communication constante avec les réservoirs intérieurs qui les contiennent, et que cette communication empêchant le trop-plein de ces réservoirs, met le sol à l'abri des accidents qui résultent du brusque passage des gaz d'un réservoir dans un autre. Si, par suite d'une circonstance quelconque,

le volcan de Bourbon venait à s'éteindre, il est probable que l'île éprouverait de nombreuses et fréquentes secousses.

Pendant les seize jours que *la Bonite* passa au mouillage de Saint-Denis, le temps fut généralement beau et le vent variable de l'E. au S.-E. Les températures moyennes de l'air varièrent entre 19°,8 et 22°,6, le maximum ayant été de 28°,6 et le minimum de 17°,6. Celles de la mer furent entre 20°,7 et 22°,8, maximum 24°,8, minimum 19°,0. Sur 384 observations de température, la mer fut 268 fois plus chaude et 110 fois plus froide que l'air.

Le 27 juillet au soir, *la Bonite* appareilla de Saint-Denis de Bourbon pour opérer son retour en France, où elle n'arriva que le 6 novembre. Dans le cours de cette longue traversée, dans les détails de laquelle j'entrerai tout à l'heure, elle toucha à l'île de Sainte-Hélène, et plusieurs officiers purent se rendre à terre et faire un pèlerinage à Longwood et à la vallée du Tombeau. Ils rapportèrent de cette excursion, à laquelle mon service à bord ne me permit pas de prendre part, quelques roches dont la description se trouvera à la fin de ce chapitre. Ce fait me donne l'occasion de placer ici quelques considérations sur la nature du sol de cette île isolée au milieu de l'océan Atlantique, et qui a été décrite par le général Walker et par M. Darwin.

L'île de Sainte-Hélène est entièrement volcanique; les roches qui y ont été recueillies sont des laves pyroxéniques et des roches argiloïdes provenant de la



décomposition de laves feldspathiques. On peut donc en conclure que les deux grandes familles de produits volcaniques y ont des dépôts distincts. Son aspect est imposant et lugubre; partout on remarque de profonds ravins et d'autres traces évidentes de bouleversement. Aucun volcan actuellement brûlant ne s'y montre, et il est probable qu'aucune éruption n'a eu lieu depuis le cataclysme qui l'a démantelée, et qui a donné à cette île son relief et ses formes actuelles.

Le centre de l'action volcanique paraît avoir existé à la partie sud de l'île, vers le *Pic de Diane*, haut de près de 800 mètres, qui semble être un des bords d'un cratère qui a été brisé et dont une partie s'est affaissée au-dessous du niveau de l'Océan.

Dans le voisinage de ce cratère, vers *Sandy-Bay*, à une assez grande hauteur au-dessus de la mer, est un calcaire arénifère empâtant souvent des morceaux de basalte, et qui renferme une assez grande quantité de débris fossiles. On s'était appuyé sur ce fait pour conclure que l'île avait été soulevée ou que l'Océan s'était retiré; mais les coquilles prétendues marines que l'on y rencontre ont été reconnues pour être des hélices, des bulimes et d'autres coquilles terrestres. Suivant toute probabilité, le calcaire qui les contient est d'origine récente. Un fait assez remarquable cité par M. Darwin, c'est qu'il n'y existe plus aujourd'hui de coquilles terrestres analogues et à l'état de vie. Leur disparition est attribuée au déboisement presque complet qui eut lieu vers l'an 1502, époque à

laquelle on introduisit dans l'île des chèvres qui broutèrent les jeunes pousses et détruisirent à la longue toutes les forêts.

Contrairement à ce qui arrive à Bourbon, le tour de l'île est complétement dénué de végétation, tandis que les parties centrales sont très-fertiles. Dans les environs du *Pic de Diane* particulièrement, le sol a été changé en une épaisse couche de terre végétale extrêmement productive.

La diversité des parages parcourus par *la Bonite* pendant cette traversée de Saint-Denis à Brest, qui dura 102 jours, nous force à diviser en plusieurs parties ce que nous avons à dire des effets compensés des courants et des températures. Nos divisions seront établies d'après les parages traversés et les directions des vents régnants.

Partie le 27 juillet, *la Bonite* était le 16 août par 35° de latitude S. et 13° de longitude E., et se trouvait avoir quitté l'océan Indien pour entrer dans l'océan Atlantique méridional. Pendant ces 20 jours de navigation dans l'océan Indien, les vents furent très-variables, et les courants eurent pour effet de nous porter de 37 lieues au sud et de 56 à l'ouest. Les températures moyennes de l'air varièrent de 14°,2 à 22°,1, le maximum ayant été de 27°,9 et le minimum de 12°,3. Celles de la mer furent entre 15°,2 et 22°,4, maximum 23°,5, minimum 13°,9. Sur 480 observations faites pendant cette période de temps, la mer fut 374 fois plus chaude et 89 fois plus froide que l'air.



Du 17 au 29 août, *la Bonite* fut en butte à de très-forts coups de vent de N.-N.-O., remplacés ensuite par des brises variables. Pendant ces douze jours, les courants la portèrent de 13 lieues au nord et de 4 à l'est. Les températures moyennes de l'air varièrent entre 11°,3 et 15°,6, maximum 19°,0, minimum 8°,4. Celles de la mer furent entre 12°,0 et 15°,5, maximum 17°,3, minimum 9°,9. Sur 312 observations, la mer fut 227 fois plus chaude et 75 fois plus froide que l'air.

Le 29 août, par 24° de latitude sud et 8° de longitude est, les vents généraux du S.-E. commencèrent à se faire sentir, et durèrent jusqu'au 20 septembre, époque à laquelle nous nous trouvâmes par 8° de latitude nord et 21° de longitude ouest. Les courants eurent pour effet, dans cet intervalle, de nous porter de 36 lieues au nord et de 57 à l'ouest. Les températures moyennes de l'air varièrent entre 14°,6 et 26°,4, maximum 24°,9, minimum 11°,4. Celles de la mer furent entre 15°,4 et 27°,1, maximum 28°,3, minimum 14°,3. Sur 504 observations, la mer fut 422 fois plus chaude et 77 fois plus froide que l'air.

Du 21 au 26 septembre, les calmes et les brises variables nous retinrent dans les parages du huitième au dixième parallèle, et les courants nous portèrent de 9 lieues au nord et de 5 à l'est. Les températures moyennes de l'air varièrent entre 26°,8 et 27°,1, maximum 32°,1, minimum 24°,0. Celles de la mer furent entre 27°,2 et 28°,7, maximum 30°,6, minimum 25°,6. Sur 144 observations, la mer fut 113 fois plus chaude et 25 fois plus froide que l'air.

Du 27 septembre au 16 octobre, époque à laquelle nous étions parvenus par 35° de latitude nord et 40° de longitude ouest, nous eûmes les vents de N.-E.; et pendant ces 19 jours les courants portèrent *la Bonite* de 19 lieues au sud et de 96 à l'ouest. Les températures moyennes de l'air varièrent entre 19°,7 et 27°,6, maximum 32°,1, minimum 18°,1. Celles de la mer furent entre 19°,3 et 28°,3, maximum 29°,4, minimum 18°,4. Sur 447 observations, la mer fut 164 fois plus chaude et 236 fois plus froide que l'air.

Du 17 octobre au 6 novembre, jour de notre entrée à Brest, les vents furent variables, et l'action compensée des courants eut pour résultat de porter *la Bonite* de vingt-sept lieues au sud et de vingt-trois à l'est. Les températures moyennes de l'air varièrent entre 9°,7 et 20°,6, maximum 24°,0, minimum 8°,1. Celles de la mer furent entre 11°,9 et 19°,5, maximum 20°,4, minimum 10°,5. Sur 504 observations, la mer fut 343 fois plus chaude et 141 fois plus froide que l'air.

Pendant cette traversée, nous pûmes faire plusieurs observations de températures à profondeur qui donnèrent les résultats suivants :

Le 31 juillet, par 24° de latitude sud et 52° de longitude est, un thermomètre, descendu à la profondeur de 1445 mètres, donna pour la température des eaux de l'océan Indien 6°,1, la température à la surface étant au même instant de 21°,0.

Le 10 octobre, dans l'océan Atlantique septentrional, par 29° de latitude nord et 37° de longitude ouest,

la température, à 2560 mètres, a été trouvée de 6°,7, celle de la surface étant 23°,8.

Le 26 du même mois, par 42° de latitude nord et 37° de longitude occidentale, la température, à 1429 mètres, a été trouvée de 7°,7, celle de la surface des eaux étant 16°,1.

DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES.

---

§ I. ILE BOURBON.

669. Basanite porphyroïde, à pâte compacte d'un gris noirâtre, et cristaux disséminés de feldspath blanc et de pyroxène noir.

En galets au bord de la mer, près la ville de Saint-Denis.

670. Basalte noir uniforme.

Même gisement.

671. Phonolithe compacte, à pâte adélogène de feldspath grisâtre, contenant quelques petits cristaux de fer titané.

Même gisement.

672. Péridotite à pâte compacte noirâtre, renfermant de nombreux cristaux de péridot d'un vert-jaunâtre.

Près la ville de Saint-Denis.

673. Péridotite à pâte noirâtre cellulaire contenant de nombreux petits cristaux de péridot vert-jaunâtre.

De la montagne qui domine à l'est la ville de Saint-Denis.

674. Même roche à pâte grisâtre presque compacte, avec nombreux cristaux de péridot et quelques-uns de fer titané.

Même gisement.

675. Même roche, à cellules beaucoup plus grandes et beaucoup plus nombreuses.

Forme le revêtement supérieur des courants de péridotite d'où proviennent les échantillons qui précèdent.

676. Pépérite bolaire rouge, très-friable.

En lits horizontaux dans les péridotites.

677. Gallinace imparfaite noirâtre et rougeâtre, avec cristaux disséminés de fer titané.

De la montagne formant le cap Bernard.

678. Wacke amygdalaire à pâte noirâtre, contenant des amandes de mésotype blanche radiée, dont les fibres ne partent pas du centre, mais de plusieurs points situés sur la surface même du sphéroïde.

De l'île Bourbon.

679. Péridotite un peu décomposée, contenant de nombreux cristaux de péridot, qui a pris des teintes rougeâtres par suite d'un commencement d'altération, et des amandes d'analcime géodique blanche, cristallisée dans le système cubique.

Du même lieu.

680. Pépérite jaunâtre, dure, contenant de nombreux cristaux de péridot vert et rouge.
Du même lieu.

681. Péridotite à pâte grisâtre avec cristaux de péridot vert-jaunâtre.
Du même lieu.

682. Même roche, cellulaire.
Du même lieu.

683. Pouzzolite rougeâtre avec nombreux cristaux de pyroxène noir et amandes d'analcime blanche.
Du même lieu.

684. Péridotite passant à la wacke, avec nombreuses amandes géodiques de chabasie blanche cristallisée dans le système rhomboëdrique.
Du même lieu.

685. Même roche, avec mésotype blanche fibreuse.
Du même lieu.

686. Gypse blanc concrétionné.
En efflorescence dans une grotte.

687. Basalte gris passant à la wacke.
Forme des masses sphéroïdales.

688. Scorie basaltique noire, récente, très-cellulaire, à nombreux cristaux de péridot vert.

Recueillie par M. le docteur Roux, près du volcan brûlant, à la partie supérieure d'un courant produit par une des dernières éruptions.

689. Même roche, à surface irisée.
Même gisement.

690. Même roche, jaunâtre et rougeâtre.
Même gisement.

691. Scorie basaltique noire à surface rougeâtre, formant des grappes vermiformes.
Près du volcan.

692. Scorie basaltique noirâtre.
En plaques minces, parallèles et équidistantes, réunies entre elles par d'autres plaques également minces, parallèles entre elles et perpendiculaires aux premières, de manière à former avec elles des cloisons rectangulaires.
Plusieurs échantillons affectent cette disposition singulière, provenant sans doute de ce que la lave, à l'état fluide, se sera moulée dans les fissures de quelques grands végétaux que la chaleur faisait fendre et éclater.

693. Scorie basaltique noire, enveloppée de nombreux filaments de gallinace noire.
Dans le voisinage du volcan.

693 *bis*. Fritte basaltique cellulaire avec nombreux cristaux de péridot.

Plusieurs échantillons portant ce numéro sont disposés en forme de grappe, et montrent tous les passages de la fritte à la péridotite la plus compacte et la plus parfaite.

694. Trachyte à pâte assez fine, blanc grisâtre, contenant quelques cristaux de fer titané.

Recueilli près de la source minérale de Salazie, au pied des montagnes des Salazes, à 800 mètres au-dessus du niveau de la mer.

695. Bois fossile dicotylédoné. — Ce bois a conservé tous ses caractères extérieurs, mais la matière ligneuse est devenue jaune rougeâtre et noirâtre, et a pris, par places, un aspect résinoïde.

Même localité.

696. Calcaire jaune-brunâtre concrétionné incrustant des débris végétaux.

Même localité.

697. Wacke noirâtre tabulaire.

De l'île Bourbon.

698. Peperino, formé de galets de wacke scoriacée grisâtre, réunis par un ciment de tufa jaunâtre.

En couches horizontales inférieures au basalte qui forme la montagne dite Cap Arzule, à 300 mètres au-dessus du niveau de la mer.

699. Galets de wacke, contenant de nombreux cristaux de péridot décomposé rouge.



Proviennent de la désagrégation des couches de peperino.

700. Lignite terreux, contenu dans un tufa grisâtre, avec nombreux débris de végétaux dicotylédonés qui présentent encore l'aspect ligneux, mais d'une manière moins complète que le bois fossile n° 695.

En couches horizontales intercalées dans celles de peperino inférieures au basalte du Cap Arzule.

Grand prisme d'arragonite prismatique blanche.

Ce bel échantillon, qui fait actuellement partie de la collection de minéraux du Muséum, a été trouvé par M. le docteur Chabrié dans un ravin de la rivière du Mât.

---

§ II. ILE SAINTE-HÉLÈNE.

701. Basalte noir scoriforme, contenant quelques cristaux de péridot vert, et de nombreux grains très-fins de fer titané.

Des environs de Jame's town.

702. Téphrine grisâtre, litnoïde.

Des montagnes qui bordent la route de Jame's town à Longwood.

703. Basalte uniforme noir.

De la vallée du Tombeau.

704. Téphrine bolaire, grisâtre.

Du même lieu.



APPENDICE.

CLASSIFICATION
DES ROCHES ET DES TERRAINS.

PAR M. CORDIER (1).

PREMIÈRE PARTIE.

CLASSIFICATION DES ROCHES.

(1) M. Cordier a bien voulu m'autoriser à donner, à la suite de mon travail, les tableaux des deux classifications qu'il professe dans son cours, et qui n'ont point encore été publiées. C'est d'après ce système qu'il a disposé les collections de la galerie de géologie du Muséum d'histoire naturelle; c'est aussi celui que j'ai adopté dans mes descriptions.

TABLEAU GÉNÉRAL

DES

FAMILLES OU GROUPES NATURELS.

Classes	Familles :
Ire CLASSE. ROCHES TERREUSES	1re Roches feldspathiques.
	2e — pyroxéniques.
	3e — amphiboliques.
	4e — épidotiques.
	5e — grenatiques.
	6e — hypersténiques.
	7e — diallagiques.
	8e — talqueuses.
	9e — micacées.
	10e — quartzeuses.
	11e — vitreuses.
	12e — argileuses.
IIe CLASSE. ROCHES ACIDIFÈRES NON MÉTALLIQUES.	13e — calcaires.
	14e — gypseuses.
	15e — à base de sous-sulfate d'alumine.
	16e — — de chlorure de sodium.
	17e — — de carbonate de soude.
IIIe CLASSE. ROCHES MÉTALLIFÈRES.	18e — — de carbonate de zinc.
	19e — — de carbonate de fer.
	20e — — d'oxyde de manganèse.
	21e — — de siliciate de fer hydraté.
	22e — — d'hydrate de fer.
	23e — — de peroxyde de fer.
	24e — — de fer oxydulé.
	25e — — de sulfure de fer.
IVe CLASSE. ROCHES COMBUSTIBLES NON MÉTALLIQUES.	26e — — de soufre.
	27e — — de bitume grisâtre.
	28e — pissasphaltiques.
	29e — graphiteuses.
	30e — anthraciteuses
	31e — à base de houille.
	32e — — de lignite.
APPENDICE.	33e — anomales.
	34e — météoriques,

TABLEAUX DES ESPÈCES.

PREMIÈRE FAMILLE. — ROCHES FELDSPATHIQUES.

Ier ORDRE. — PHANÉROGÈNES.

- Ier GENRE. Agrégées.
  - 1re esp. Harmophanite.
  - 2e — Leptynite.
  - 3e — Gneiss.
  - 4e — Pegmatite
    - *a* stratiforme.
    - *b* sans délit.
  - 5e — Granite.
  - 6e — Syénite...
    - *a* ordinaire.
    - *b* micacée.
    - *c* quartzifère.
- IIe GENRE. Conglomérées.
  - 1re esp. Brèche feldspathique.
  - 2e — Poudingue feldspathique.
  - 3e — Grès feldspathique.
- IIIe GENRE. Meubles
  - 1re esp. Sables et graviers feldspathiques.
  - 2e — Galets et débris de roches feldspathiques...
  - (en couches ou en amas.)

IIe ORDRE. ADÉLOGÈNES.

- Ire SECTION. PÉTROSILICEUSES.
  - Ier GENRE. Agrégées.
    - 1re esp. Pétrosilex
      - *a* ordinaire.
      - *b* quartzifère.
      - *c* amphibolifère.
      - *d* avec mica.
      - *e* talcifère.
      - *f* calcarifère.
    - 2e — Jade.
    - 3e — Porphyre syénitique.
    - 4e — Porphyre pétrosiliceux.
    - 5e — Pyroméride.
    - 6e — Porphyre argiloïde.
  - IIe GENRE. Conglomérées.
    - 1re esp. Euritine.
    - 2e — Grauwacke.
    - 3e — Brèche pétrosiliceuse.
    - 4e — Brèche porphyritique.
    - 5e — Poudingue porphyritique.
  - IIIe GENRE. Meubles.
    - 1re esp. Sables et graviers de roches pétrosiliceuses..
    - 2e — Galets et débris de roches pétrosiliceuses..
    - (en couches ou en amas.)
- IIe SECTION. LEUCOSTINIQUES.
  - Ier GENRE. Agrégées.
    - 1re esp. Phonolithe.
    - 2e — Leucostite.
    - 3e — Trachyte.
    - 4e — Fritte leucostinique.
  - IIe GENRE. Conglomérées.
    - Esp. unique. Brèche leucostinique.
  - IIIe GENRE. Meubles.
    - 1re esp. Cendre leucostinique (spodite).
    - 2e — Sables et graviers de roches leucostiniques...
    - 3e — Galets et débris de roches leucostiniques...
    - (en couches ou en amas.)



DEUXIÈME FAMILLE.

ROCHES PYROXÉNIQUES.

- **Ier ORDRE.** — Presque homogènes et non cellulaires.
  - Ier GENRE. Agrégées.
    - 1re esp. Coccolite.
    - 2e — Lherzolite.
    - 3e — Lhercoulite.
  - IIe GENRE. Conglomérées.
    - Esp. unique. Brèche lherzolitique.
- **IIe ORDRE.** Mêlées d'une assez grande quantité de feldspath et cellulaires.
  - Ire SECTION. OPHITIQUES, mêlées de feldspath gras et de terre verte.
    - Ier GENRE. Agrégées.
      - 1re esp. Ophitone.
      - 2e — Ophanite.
      - 3e — Ophite.
    - IIe GENRE. Conglomérées.
      - Esp. unique. Brèche ophitique.
  - IIe SECTION. BASALTIQUES, mêlées de feldspath vitreux, de fer titané, péridot, amphigène, etc.
    - Ier GENRE. Agrégées.
      - 1re esp. Mimosite.
      - 2e — Dolérite.
      - 3e — Basanite.
      - 4e — Basalte.
      - 5e — Péridotite.
      - 6e — Amphigénite.
      - 7e — Néphélinite.
      - 8e — Fritte basaltique.
    - IIe GENRE. Conglomérées.
      - 1re esp. Brèche basaltique.
      - 2e — Grès pyroxénique.
    - IIIe GENRE. Meubles. (en couches ou en amas.)
      - 1re esp. Cendre basaltique (cinérite).....
      - 2e — Sable et graviers de roches basaltiques........
      - 3e — Galets et débris de roches balsatiques.......

TROISIÈME FAMILLE.

ROCHES AMPHIBOLIQUES.

- Ier GENRE. Agrégées.
  - 1re esp. Amphibolite.
    - *a* stratiforme.
    - *b* sans délit.
  - 2e — Kersanton.
  - 3e — Diorite. ...
    - *a* stratiforme.
    - *b* sans délit.
  - 4e — Dioritine.
  - 5e — Porphyre dioritique.
- IIe GENRE. Conglomérées.
  - Espèce unique. Grès dioritique.

QUATRIÈME FAMILLE.

ROCHES ÉPIDOTIQUES.

GENRE UNIQUE. Agrégées.	Espèce unique. Épidotite.	*a* grenue. *b* compacte.

CINQUIÈME FAMILLE.

ROCHES GRENATIQUES.

Ier GENRE. Agrégées.	Espèce unique. Grenatite.	*a* granulaire. *b* compacte.
IIe GENRE. Meubles.	Espèce unique. Sables grenatiques.	en couches ou en amas.

SIXIÈME FAMILLE.

ROCHES HYPERSTÉNIQUES.

GENRE UNIQUE. Agrégées.	1re espèce. Hyperstènite.
	2e — Sélagite.

SEPTIÈME FAMILLE.

ROCHES DIALLAGIQUES.

Ier GENRE. Agrégées.	1re espèce. Éclogite.	
	2e — Euphotide.	
	3e — Variolite.	
	4e — Serpentine.	
IIe GENRE. Conglomérées	1re espèce. Brèche euphotidienne.	
	2e — Brèche serpentineuse.	
	3e — Poudingue serpentineux.	
	4e — Grès serpentineux.	
IIIe GENRE. Meubles.	1re espèce. Sables et graviers serpentineux.	en couches ou en amas.
	2e — Galets et débris serpentineux. .	



HUITIÈME FAMILLE.

ROCHES TALQUEUSES.

Genre	Espèce	Variétés
Ier GENRE. Agrégées.	1re esp. Talcite	*a* ordinaire. *b* maclifère. *c* quartzeux. *d* feldspathique.
	2e — Protogyne.	
	3e — Porphyre protogynique	
IIe GENRE. Conglomérées.	1re esp. Novaculite.	
	2e — Schiste talqueux sédimentaire.	
	3e — Phyllade	*a* ordinaire. *b* anthraxifère. *c* calcarifère. *d* arénifère.
	4e — Grès anagénique.	
	5e — Anagénite.	
	6e — Poudingue phylladien.	
IIIe GENRE. Meubles.	1re esp. Sables et graviers talqueux	en couches ou en amas.
	2e — — phylladiens	
	3e — Galets et débris de roches talqueuses	
	4e — — de roches phylladiennes.	

NEUVIÈME FAMILLE.

ROCHES MICACÉES.

Genre	Espèce	Variétés
Ier GENRE. Agrégées.	1re esp. Roche de mica.	
	2e — Greisen.	
	3e — Micacite	*a* ordinaire. *b* calcarifère.
	4e — Macline.	
	5e — Fraidronite.	
	6e — Leptynolite.	
	7e — Hornfels (roche adélogène de mica et de feldspath).	
IIe GENRE. Conglomérées.	Espèce unique. Poudingue de micacite.	
IIIe GENRE. Meubles	1re esp. Sables de mica	en couches ou en amas
	2e — Graviers de micacite	
	3e — Galets et débris de micacite	

DIXIÈME FAMILLE.

ROCHES QUARTZEUSES.

Genre	Espèce	Nom	Variétés
Iᵉʳ GENRE. Agrégées.	1ʳᵉ esp.	Quartzite	*a* grenu. *b* arénoïde. *c* compacte.
	2ᵉ —	Roche de quartz et de tourmaline.	
	3ᵉ —	Quartz sédimentaire	*a* grenu. *b* compacte.
	4ᵉ —	Phtanite.	
	5ᵉ —	Jaspe.	
	6ᵉ —	Silex	*a* commun. *b* carié. *c* résinoïde.
	7ᵉ —	Tuf siliceux.	
IIᵉ GENRE. Conglomérées.	1ʳᵉ esp.	Grès quartzeux proprement dit	*a* ordinaire. *b* lustré.
	2ᵉ —	— ferrifère	*a* ordinaire. *b* lustré. *c* jaspoïde.
	3ᵉ —	— avec siliciate de fer.	
	4ᵉ —	Arkose.	
	5ᵉ —	Métaxite.	
	6ᵉ —	Grès quartzeux phylladifère.	
	7ᵉ —	— avec schiste.	
	8ᵉ —	Psammite.	
	9ᵉ —	Molasse.	
	10ᵉ —	Macigno.	
	11ᵉ —	Grès quartzeux calcarifère.	
	12ᵉ —	— strontianien.	
	13ᵉ —	— polygénique.	
	14ᵉ —	Brèche quartzeuse.	
	15ᵉ —	Poudingue quartzeux.	
	16ᵉ —	Brèche jaspique.	
	17ᵉ —	— siliceuse.	
	18ᵉ —	Poudingue siliceux.	
	19ᵉ —	Conglomérat de silex xyloïde.	
IIIᵉ GENRE. Meubles.	1ʳᵉ esp.	Sable quartzeux homogène	en couches ou en amas.
	2ᵉ —	— micacé	
	3ᵉ —	— ferrifère	
	4ᵉ —	— feldsphatique	
	5ᵉ —	— avec kaolin	
	6ᵉ —	— argilifère	
	7ᵉ —	— avec marne	
	8ᵉ —	— calcarifère	
	9ᵉ —	— polygénique	
	10ᵉ —	Sable siliceux (à base de silex)	
	11ᵉ —	Graviers quartzeux polygéniques	
	12ᵉ —	Galets et débris quartzeux	
	13ᵉ —	— siliceux	
	14ᵉ —	Débris anguleux de roches quartzeuses diverses	

ONZIÈME FAMILLE.

ROCHES VITREUSES.

Ordre	Genre	Espèce	Variétés
Ier ORDRE. A base d'éléments feldspathiques.	Ier GENRE. Agrégées.	1re esp. Rétinite stratiforme.	
		2e — Obsidienne stratiforme..........	*a* ordinaire. *b* smalloïde.
		3e — Scorie trachytique.	
		4e — Pumite stratiforme.	
	IIe GENRE. Conglomérées.	1re esp. Conglomérat d'obsidienne.........	*a* par la voie sèche.
		2e — Conglomérat ponceux..........	*b* par la voie humide.
	IIIe GENRE. Meubles.	1re esp. Rétinite lapillaire.	
		2e — Obsidienne lapillaire.	
		3e — Pumite lapillaire.	
		4e — Cendre ponceuse.	
		5e — Sable ponceux.	
IIe ORDRE. A base d'éléments pyroxéniques.	Ier GENRE. Agrégées.	1re esp. Gallinace stratiforme.	
		2e — Scorie stratiforme.	
	IIe GENRE. Conglomérées.	1re esp. Conglomérat de gallinace....	*a* par la voie sèche.
		2e — Conglomérat de scories............	*b* par la voie humide.
	IIIe GENRE. Meubles.	1re esp. Gallinace lapillaire.	
		2e — Scorie lapillaire.	
		3e — Cendre à base de scorie.	
		4e — Sable à base de scorie.	
IIIe ORDRE. Thermantidiennes; congénères de roches phylladiennes ou argileuses.		1re esp. Thermantide......	*a* vitreuse. *b* smalloïde. *c* fritiforme.
		2e — Tripoli	*a* à base d'ampélite. *b* à base de schiste argileux. *c* à base de trass inflammable.

DOUZIÈME FAMILLE.

ROCHES ARGILEUSES.

- **Ier ORDRE.** Épigènes ou roches argiloïdes.
  - **Ire SECTION.** Congénères de roches feldspathiques.
    - 1re esp. Kaolin..
      - à base d'harmophanite.
      - — de pegmatite.
      - — de grès feldspathique.
    - 2e — Leptynite décomposé.
    - 3e — Gneiss décomposé.
    - 4e — Granite décomposé.
    - 5e — Porphyre argilitique.
    - 6e — Lithomarge porphyrigène.
    - 7e — Pséphite.
    - 8e — Grauwacke décomposée.
    - 9e — Téphrine (phon., leucos., trach. décom.).
    - 10e — Conglomérat téphrinique.
    - 11e — Trass (spodite décomposée).
      - *a* friable.
      - *b* endurci.
  - **IIe SECTION.** Congénères de roches pyroxéniques.
    - 1re esp. Mimosite décomposée.
    - 2e — Dolérite décomposée.
    - 3e — Wacke (basanite et basalte décomposés).
    - 4e — Tufa (cinérite décomposée).
      - *a* friable.
      - *b* consistant.
    - 5e — Peperino.
  - **IIIe SECTION.** Congénères de roches amphiboliques.
    - 1re esp. Amphibolite décomposée.
    - 2e — Kersanton décomposé.
    - 3e — Diorite décomposé.
    - 4e — Xérasite (dioritine et porphyre dioritique décomposé).
    - 5e — Conglomérat de xérasite.
  - **IVe SECTION.** Congénères de roches grenatiques.
    - Esp. unique. Grenatite décomposée.
  - **Ve SECTION.** Congénères de roches diallagiques.
    - Esp. unique. Serpentine décomposée.
  - **VIe SECTION.** Congénères de roches talqueuses.
    - 1re esp. Argile phylladigène.
    - 2e — Brèche phylladienne décomposée.
  - **VIIe SECTION.** Congénères de roches micacées.
    - 1re esp. Macline décomposée.
    - 2e — Fraidronite décomposée.
  - **VIIIe SEC.** Congénères de roches vitreuses.
    - à base d'obsidienne.
      - 1re esp. Obsidienne décomposée.
      - 2e — Alloïte (cendre ponceuse décomposée)..........
        - *a* friable.
        - *b* consistante.
      - 3e — Asclérine (pumite décomposée).
      - 4e — Conglomérat ascléritique.
    - à base de gallinace.
      - 1re esp. Gallinace décomposée.
      - 2e — Pépérite (scorie cinériforme décomposée)..........
        - *a* friable.
        - *b* consistante.
      - 3e — Pouzzolite (scorie décomposée).
      - 4e — Conglomérat de gallinace décomposée.
      - 5e — Conglomérat pouzzolitique.
    - à base de tripoli.
      - Esp. unique. Tripoli décomposé.



Suite de la DOUZIÈME FAMILLE.

ROCHES ARGILEUSES.

IIe ORDRE. Argileuses proprement dites.	1re esp. Argile...........	*a* ordinaire.	smectique. plastique.
		b magnésienne.	
		c ferrifère.	
		d arénifère.	
	2e — Marne..........	*a* ordinaire.	
		b sur-calcarifère.	
		c arénifère.	
	3e — Marnolite.......	*a* ordinaire.	
		b sur-calcarifère.	
		c arénifère.	
		d bituminifère.	
	4e — Argilite.		
	5e — Schiste argileux proprement dit.		
	6e — Lydienne (schiste argileux endurci par une matière siliceuse).		
	7e — Traumate (grès formé de schiste et de grains de quartz).		

TREIZIÈME FAMILLE.

ROCHES CALCAIRES.

Ordre	Section	Genre	Espèce	Variétés
Ier ORDRE. A base de carbonate de chaux simple.	Ire SECTION. Non sédimentaires.	GENRE UNIQUE. Agrégées.	Esp. unique. Calcaire primordial. .	*a* ordinaire. *b* cristallifère. *c* micacé. *d* talcifère. *e* serpentinifère.
	IIe SECTION. Sédimentaires.	Ier GENRE. Agrégées.	1re esp. Calcaire sédimentaire à grains salins.	
			2e — Calcaire sédimentaire arénoïde.	*a* ordinaire. *b* pyro-épigène.
			3e — Calcaire sédiment. compacte.	
			4e — Calcaire phylladifère.	
			5e — Calcaire avec schiste argileux proprement dit.	
			6e — Calcaire avec argilite.	
			7e — Calcaire argilifère.	
			8e — Calcaire quartzifère.	
			9e — Calcaire avec chamoisite.	
			10e — Calcaire avec glaucouie.	
			11e — Calcaire avec hydrate de fer.	
			12e — Calcaire globulifère.........	*a* proprement dit. *b* oolithique. *c* pisolithique. *d* tuberculaire. *e* brocatelle.
			13e — Travertin.	
			14e — Tuf calcaire.	
			15e — Calcaire fibreux.	
		IIe GENRE. Conglomérées.	1re esp. Calcaire crayeux.	
			2e — Calcaire grossier.	
			3e — Conglomérat madréporique.	
			4e — Conglomérat encrinitique.	
			5e — Conglomérat coquillier.	
			6e — Conglomérat de crustacés.	
			7e — Poudingue calcaire ordinaire.	
			8e — Brèche calcaire.	
		IIIe GENRE. Meubles.	1re esp. Fragments de roches calcaires.	
			2e — Galets de roches calcaires.	
			3e — Sables calcaires (débris de roches calcaires très-atténuées).	
			4e — Sables coquilliers moderues (formés de débris de coquilles vivantes).	
			5e — Sables madréporiques modernes.	
			6e — Coquilles mod. . .	en bancs ou en amas.
			7e — Madrépores mod.	en bancs ou en amas.
			8e — Faluns.	



Suite de la TREIZIÈME FAMILLE.

ROCHES CALCAIRES.

- **IIe ORDRE.** A base de carbonate de chaux magnésifère.
  - Ire GENRE. Agrégées.
    - 1re esp. Dolomie.
      - a grenue.
      - b compacte.
    - 2e — Calcaire magnésien.
      - a grenu.
      - b compacte.
      - c globulaire.
  - IIe GENRE. Conglomérées.
    - 1re esp. Brèche dolomitique.
    - 2e — Brèche de calcaire magnésien.
  - IIIe GENRE. Meubles.
    - 1re esp. Sable dolomitique.
    - 2e — Sable de calcaire magnésien.
- **IIIe ORDRE.** A base de carbonate de chaux ferrifère.
  - GENRE UNIQUE. Agrégées.
    - 1re esp. Calcaire ferrifère ancien.
    - 2e — Calcaire ferrifère sédimentaire.

QUATORZIÈME FAMILLE.

ROCHES GYPSEUSES.

- 1re esp. Anhydrite
  - *a* fibro-laminaire.
  - *b* grenu.
- 2e — Gypse
  - *a* fibro-laminaire.
  - *b* fibreux.
  - *c* grenu.
  - *d* compacte.

QUINZIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE SOUS-SULFATE D'ALUMINE.

1re esp. Alunite............ { *a* compacte. *b* porphyroïde. *c* arénacée. *d* bréchoïde.

2e — Aluminite silicifère.................. { *a* consistante. *b* friable. *c* lapillaire.

SEIZIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE CHLORURE DE SODIUM.

1re esp. Sel gemme....... { *a* grenu. *b* fibreux.

2e — Argile salifère.

DIX-SEPTIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE CARBONATE DE SOUDE.

Espèce unique. Natron.

DIX-HUITIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE CARBONATE DE ZINC.

Espèce unique. Calamine stratiforme.

DIX-NEUVIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE CARBONATE DE FER.

1re esp. Carbonate de fer grenu.

2e — Carbonate de fer argileux............. { *a* compacte. *b* globulaire.

VINGTIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE D'OXYDE DE MANGANÈSE.

1re esp. Oxyde de manganèse stratiforme.

2e — Hydrate de manganèse stratiforme.



VINGT ET UNIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE SILICIATE DE FER HYDRATÉ.

1re esp. Chamoisite (sous-siliciate de fer hydraté) — *a* ordinaire. *b* calcarifère. *c* quartzifère. *d* argilifère.
2e — Sous-siliciate de fer avec fer oligiste globulaire.
3e — Glauconie (sur-siliciate de fer hydraté) — *a* calcarifère. *b* quartzifère.

VINGT-DEUXIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE D'HYDRATE DE FER.

1re esp. Hydrate de fer compacte — *a* stratiforme. *b* réniforme.
2e — Hydrate de fer globulaire.
3e — Tuf ferrugineux.

VINGT-TROISIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE PEROXYDE DE FER.

Ier GENRE. Agrégées.
1re esp. Peroxyde de fer sédimentaire compacte.
2e — Peroxyde de fer sédimentaire globulaire.
3e — Fer oligiste stratiforme — *a* grenu. *b* compacte.
4e — Itabirite (agrégat de fer oligiste et de quartz).

IIe GENRE. Conglomérées.
Esp. unique. Tapanhoacanga (conglomérat de fer oligiste).

IIIe GENRE. Meubles.
Esp. unique. Sable de fer oligiste.

VINGT-QUATRIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE FER OXYDULÉ.

Ier GENRE. Agrégées.
1re esp. Fer oxydulé ordinaire — *a* grenu. *b* compacte.
2e — — chromifère — *a* grenu. *b* compacte.
3e — — titanifère.
4e — — zincifère.

IIe GENRE. Meubles.
1re esp. Sable de fer oxydulé ordinaire.
2e — — — chromifère.
3e — — — titanifère.

VINGT-CINQUIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE SULFURE DE FER.

1re esp. Pyrite blanche stratiforme....	*a* compacte. *b* fibreuse.
2e — Pyrite ordinaire stratiforme...	*a* grenue. *b* compacte.
3e — Pyrite magnétique stratiforme.	*a* grenue. *b* compacte.
4e — Pyrite cuivreuse stratiforme...	*a* grenue. *b* compacte.

VINGT-SIXIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE SOUFRE.

Ier GENRE. Agrégées.	1re esp. Soufre stratiforme..............	*a* grenu. *b* compacte
	2e — Tuf sulfureux.	
IIe GENRE. Conglomérées.	Espèce unique. Brèche sulfureuse.	

VINGT-SEPTIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE BITUME GRISATRE.

1re esp. Dusodyle stratiforme.
2e — Schiste gris inflammable.
3e — Argile inflammable.
4e — Marne inflammable.
5e — Trass inflammable (schiste de Ménat).

VINGT-HUITIÈME FAMILLE.

ROCHES PISSASPHALTIQUES.

1re esp. Bitume solide argilifère.
2e — Pissasphalte stratiforme......... *a* ordinaire. *b* calcarifère *c* arénifère.
3e — Métaxite pissasphaltique.
4e — Peperino pissasphaltique.
5e — Sable quartzeux pétroléen.



VINGT-NEUVIÈME FAMILLE.

ROCHES GRAPHITEUSES.

Espèce unique. Graphite stratiforme...... { *a* ordinaire. *b* pyro-épigène.

TRENTIÈME FAMILLE.

ROCHES ANTHRACITEUSES.

1re esp. Anthracite..... { *a* solide. *b* pulvérulente.
2e — Ampélite...... { *a* ordinaire. *b* calcarifère.
3e — Anthracolithe.

TRENTE ET UNIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE HOUILLE.

1re esp. Houille........ { *a* maigre. *b* grasse.
2e — Schiste noir inflammable......... { *a* ordinaire. *b* calcarifère.

TRENTE-DEUXIÈME FAMILLE.

ROCHES A BASE DE LIGNITE.

1re esp. Lignite stratiforme.
2e — Lignite sédimentaire.
3e — Bois fossile.
4e — Terre d'ombre.
5e — Tourbe....... { *a* compacte. *b* ordinaire. *c* mousseuse.
6e — Terreau végétal.

APPENDICE

A LA CLASSIFICATION SPÉCIFIQUE DES ROCHES.

TRENTE-TROISIÈME FAMILLE. — ROCHES ANOMALES.

Ordre	Genre	Espèces
Ier ORDRE. Roches de filons proprement dites.	Ier GENRE. Agrégées.	Espèces. Agrégat anomal quartzeux.
		— — — calcaire.
		— — — barytique.
		— — — de phosphate de chaux.
		— — — fluoritique.
		— — — de pyrite ordinaire.
		— — — de pyrite cuivreuse.
		— — — de galène.
		— — — de carbonate de plomb.
		— — — de blende.
		— — — de cinabre.
		— — — de wolfram.
		— — — d'oxyde d'étain.
		— — — de carbonate de fer.
		— — — de fer oligiste.
		— — — d'hydrate de fer.
		— — — etc., etc.
	IIe GENRE. Conglomérées.	Espèces. Brèches anomales, à fragments et à ciment variables, suivant la nature des terrains qui les renferment.
	IIIe GENRE. Meubles.	Espèces. Masses anomales non consistantes, formées de débris plus ou moins décomposés, et dont la nature varie suivant celle des terrains qui les renferment.
IIe ORDRE. Roches des grottes et cavernes, et des fentes superficielles.	Ier GENRE. Agrégées.	1re esp. Agrégat anomal gypseux.
		2e — — — d'arragonite.
		3e — — — calcaire.
	IIe GENRE. Conglomérées.	1re esp. Limons endurcis anomaux.
		2e — Brèches calcaires anomales.
		3e — Poudingues anomaux.
		4e — Brèches osseuses.
		5e — Conglomérat d'album grœcum.
	IIIe GENRE. Meubles.	1re esp. Graviers anomaux.
		2e — Limons friables anomaux.
		3e — Terreau animal.

TRENTE-QUATRIÈME FAMILLE. — ROCHES MÉTÉORIQUES.

1re esp.	Météorite lithoïde.
2e —	— vitreuse.
3e —	— charbonneuse.
4e —	Fer météorique.



DEUXIÈME PARTIE.

CLASSIFICATION DES TERRAINS.

TABLEAU GÉNÉRAL DE LA STRUCTURE DE LA TERRE.

ÉCORCE CONSOLIDÉE.	SOL SECONDAIRE.	Terrains de la période alluviale.	Étage moderne. — diluvien.	
		Terrains de la période paléothérienne.	Étage du crag. — des faluns. — des molasses. — paléothérique.	
		Terrains de la période crétacée.	SYSTÈME GALLO-GERMANIQUE. Étage crayeux. — glauconien. — des sables ferrugineux.	SYSTÈME MÉDITERRANÉEN. Étage nummulitique. — hippuritique. — des macignos.
		Terrains de la période salino-magnésienne.	SYSTÈME ANGLO-GERMANIQUE. Étage oolitique. — du lias. — des argiles irisées. — du calcaire à cératites. — des grès bigarrés. — du zechstein. — des pséphites.	SYSTÈME ALPINO-PYRÉNÉEN. Étage des calcaires mêlés de schiste argileux ordinaire. Étage des calcaires mêlés de phyllades subluisants. Étage des anagénites.
		Terrains de la période anthraxifère.	Grand étage houiller. — — des calcaires anthraxifères. — — des grès pourprés.	
		Terrains de la période phylladienne.	Grand étage ampélitique. — — phylladique.	
	SOL PRIMORDIAL.	Terrains de la période primitive.	Grand étage des talcites phylladiformes. — — des talcites cristallifères. — — des micacites. Immense étage des gneiss.	
		Terrains inaccessibles et inconnus que le refroidissement planétaire a formés intérieurement, et de haut en bas, pendant la durée des périodes secondaires.		
MASSE CENTRALE.		Zone ou région souterraine des agents volcaniques actuels.		
		Masse incandescente et liquide contenant le principe des phénomènes magnétiques.		

TABLEAUX DES TERRAINS

DE

CHAQUE PÉRIODE GÉOLOGIQUE.

Nota. Ces tableaux commencent par l'étage supérieur de chaque période.

PÉRIODE PRIMITIVE.

<table>
<tr><th>TERRAINS STRATIFIÉS (1).</th><th colspan="2">TERRAINS NON STRATIFIÉS (2).</th></tr>
<tr><td>GRAND ÉTAGE DES TALCITES PHYLLADIFORMES, composé de talcite phylladiforme et glandulaire, et de leptynolite, avec des couches subordonnées de porphyre protogynique, de quartzite, de calcaire primordial talcifère, etc.</td><td rowspan="4">Terrains d'harmophanite.
— de pegmatite.
— de granite.</td><td rowspan="4">Terrains de syénite ordinaire.
— de diorite.
— de kersanton.
— de sélagite.</td></tr>
<tr><td>GRAND ÉTAGE DES TALCITES CRISTALLIFÈRES, composé de talcite cristallifère et de protogyne, avec des couches subordonnées de serpentine, d'euphotide, de calcaire primordial, etc.</td></tr>
<tr><td>GRAND ÉTAGE DES MICACITES, composé de micacite et de quarzite, avec des couches subordonnées de macline, de calcaire primordial, de dolomie, etc.</td></tr>
<tr><td>IMMENSE ÉTAGE DES GNEISS, composé de gneiss, de pegmatite stratiforme et de leptynite, avec des couches subordonnées de diorite et d'amphibolite stratiformes, de calcaire primordial, etc.</td></tr>
</table>

(1) Ces terrains sont les produits les plus anciens du refroidissement du globe terrestre, et leur formation a eu lieu successivement de l'extérieur à l'intérieur.

(2) Ces terrains se sont formées par injection de la matière chaotique au milieu des terrains primitifs stratiformes, crevassés ou disloqués, et y constituent des amas transversaux plus ou moins étendus.



PÉRIODE PHYLLADIENNE.

TERRAINS NEPTUNIENS.	TERRAINS PYROGÈNES (1).
GRAND ÉTAGE AMPÉLITIQUE, composé de phyllades subluisants, d'ampélites, de grès quartzeux, de calcaire compacte, de calcaire avec schiste, etc., alternant, soit entre eux, soit avec de grandes assises ou des couches subordonnées d'autres roches.	Terrains de syénite zirconienne. Terrains de porphyre syénitique. Terrains de sélagite. — de wacke.
GRAND ÉTAGE PHYLLADIQUE, composé de phyllades, de grauwackes, d'anagénites, de calcaire phylladifère, alternant, soit entre eux, soit avec de grandes assises, ou des couches subordonnées d'autres roches.	Terrains de pegmatite. Terrains de pyroméride. Terrains de lherzolite. Terrains d'ophite. Terrains de porphyre protogynique.

(1) Ces terrains constituent soit des amas transversaux formés par injection dans les assises neptuniennes, lors des dislocations qu'elles ont éprouvées, soit des accumulations stratiformes également indépendantes, résultant d'éruptions plus ou moins répétées.

Il en est de même des terrains pyrogènes des périodes suivantes, avec cette différence que les terrains d'éruption sont devenus de plus en plus prédominants.

PÉRIODE ANTHRAXIFÈRE.

TERRAINS NEPTUNIENS.	TERRAINS PYROGÈNES.
GRAND ÉTAGE HOUILLER, composé de métaxites, de traumates, de schistes argileux ordinaires, de carbonates de fer, de houille et quelquefois d'anthracite, alternant ensemble ou avec d'autres roches subordonnées.	Terrains de porphyre pétro-siliceux. Terrains de mimosite. — de basanite. — de wacke.
GRAND ÉTAGE DES CALCAIRES ANTHRAXIFÈRES, composé de calcaire, soit compacte plus ou moins coloré par l'anthracite, soit encrinitique, soit argilitifère, alternant ensemble ou avec d'autres roches.	Terrains de porphyre pétro-siliceux. Terrains de porphyre syénitique. Terrains de wacke. — de peperino.
GRAND ÉTAGE DES GRÈS POURPRÉS, composé de grès avec schiste argileux, de métaxite, de schiste argileux ordinaire, alternant, soit ensemble, soit avec des couches subordonnées d'autres roches, parmi lesquelles figurent quelquefois l'anthracite et même la houille.	Terrains de porphyre pétro-siliceux. Terrains de porphyre syénitique. Terrains de diorite.



PÉRIODE SALINO-MAGNÉSIENNE.

TERRAINS NEPTUNIENS.			TERRAINS PYROGÈNES.
SYSTÈME ANGLO-GERMANIQUE.		SYSTÈME ALPINO-PYRÉNÉEN.	
ÉTAGE OOLITHIQUE.	Sous-étage des marnes à *gryphée virgule*. Sous-étage du calcaire lithographique. Sous-étage des argiles à *gryphée dilatée*. Sous-étage de la grande oolithe calcaire. Sous-étage de l'oolithe ferrugineuse. Sous-étage du calcaire ferrugineux à encrinites.		
ÉTAGE DU LIAS.	Sous-étage des marnes bituminifères. Sous-étage du calcaire à *gryphée barque*. Sous-étage du calcaire à *gryphée arquée*. Sous-étage de l'arkose silicifère.	ÉTAGE DES CALCAIRES MÊLÉS DE SCHISTE ARGILEUX ORDINAIRE.	Terrains de mimosite décomposée. — wackes amygdalaires. — porphyre dioritique. — trachyte siliceux.
ÉTAGE DES ARGILES IRISÉES.	Sous-étage des argiles carbonifères. Sous-étage des argiles salifères.		
ÉTAGE DU CALCAIRE A CÉRATITES, formé de calcaire compacte et de calcaire encrinitique, alternant avec des couches de marne ou d'argile.		ÉTAGE DES CALCAIRES MÊLÉS DE PHYLLADES SUBLUISANTS.	
ÉTAGE DES GRÈS BIGARRÉS, composé de psammites et d'argiles arénifères, alternant avec d'autres roches.			
ÉTAGE DU ZECHSTEIN, composé inférieurement de schiste calcaire inflammable et supérieurement de calcaire magnésien solide ou friable.		ÉTAGE DES ANAGÉNITES.	
ÉTAGE DES PSÉPHITES.			

PÉRIODE CRÉTACÉE.

TERRAINS NEPTUNIENS.			TERRAINS PYROGÈNES.
GRAND SYSTÈME GALLO-BRITANNIQUE.		GRAND SYSTÈME MÉDITERRANÉEN.	
ÉTAGE CRAYEUX.		ÉTAGE NUMMULITIQUE.	Terrains de trachyte siliceux et de rétinite. Terrains de diorite, d'amphibolite et de porphyre dioritique. Terrains de mimosite et de basalte porphyroïde. Terrains de wacke basaltigène.
ÉTAGE GLAUCONIEN.	Type neustrien. Type saxon.	ÉTAGE HIPPURITIQUE.	
ÉTAGE DES SABLES FERRUGINEUX.'	Type néocomien. Type wealdien. Type bellovacien.	ÉTAGE DES MACIGNOS.	

PÉRIODE PALÉOTHÉRIENNE.

	Terrains neptuniens.	Terrains pyrogènes.
Étage du crag.	Type du suffolk. Type rhodanien. Type sub-apennin. Type haïtien. Type océanien.	Terrains très-variables, formés principalement de trass, de conglomérats leucostiniques ou ponceux, de tufa, de péperino, de phonolithe, de trachyte, d'obsidienne, de dolérite, mimosite, basanite, basalte et amphigénite, avec amas accidentels d'alunite.
Étage des faluns.	Type bordelais. Type viennois. Type patagonien. Type australien.	Terrains formés principalement de trass, de leucostite, de basalte et de wacke.
Étage des molasses.	Type orléanais. Type arvernien. Type narbonnais. Type helvétien.	Terrains formés principalement de conglomérat téphrinique, de trass, de trachyte ordinaire ou silicifère, et de téphrine.
Étage paléothérique.	Type parisien. Type londinien. Type vicentin. Type sicilien.	Terrains formés principalement de péperino, de tufa, de mimosite, de basanite et de wacke.

PÉRIODE ALLUVIALE.

<table>
<tr><th colspan="2">TERRAINS NEPTUNIENS.</th><th>TERRAINS PYROGÈNES.</th></tr>
<tr><td>Étage moderne.</td><td>Remplissages des cavernes.
Dépôts des sources minérales.
Accumulations d'éboulis.
Alluvions d'eau douce.
Alluvions marines.</td><td rowspan="2">Accumulations volcaniques, dont la composition, variable suivant les pays, offre les principaux éléments suivants :
Couches ou amas de cinérite, de scorie lapillaire, etc.
Couches ou amas de spodite, de trass, de ponce lapillaire, etc.
Grandes assises de trachyte, de leucostite, d'obsidienne, de ponces stratiformes, etc.
Grandes assises ou couches d'amphigénite, de basanite, de basalte, de péridotite, etc.
Lits ou plaques de scories, de gallinaces, etc.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Étage diluvien.</td></tr>
</table>

TABLE

DES MATIÈRES.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE V.

CHAPITRE VI.

CHAPITRE VII.

CHAPITRE VIII.

CHAPITRE IX.

CHAPITRE X.

CHAPITRE XI.

CHAPITRE XII.

CHAPITRE XIII.

CHAPITRE XIV.

CHAPITRE XV.

CHAPITRE XVI.

CHAPITRE XVII.

APPENDICE.

CLASSIFICATION DES ROCHES ET DES TERRAINS, PAR M. CORDIER.

Première partie.

Deuxième partie.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

Carrière près de Praia-grande. Baie de Rio-Janeiro.

Gn. *Gneiss porphyrique quartzifère.*
G'n'. *Gneiss ferrugineux décomposé.*
P. *Pegmatite commune avec mica.*

Fig. 1.

G'n'
Gn
P
Gn
P
Gn

Falaise de l'anse de Bon-voyage. Baie de Rio-Janeiro.

Gn. *Gneiss.*
G'n' *Gneiss ferrugineux décomposé.*
F. *Salbande d'hydrate de fer.*
K. *Kaolin siliceux et ferrugineux.*
Q. *Quartz hyalin blanc.*
P. *Pegmatite graphique.*

Fig. 2.

F
G'n'
K
Q
P
Gn
Gn

Coupe d'une partie du Cerro de Montevideo.

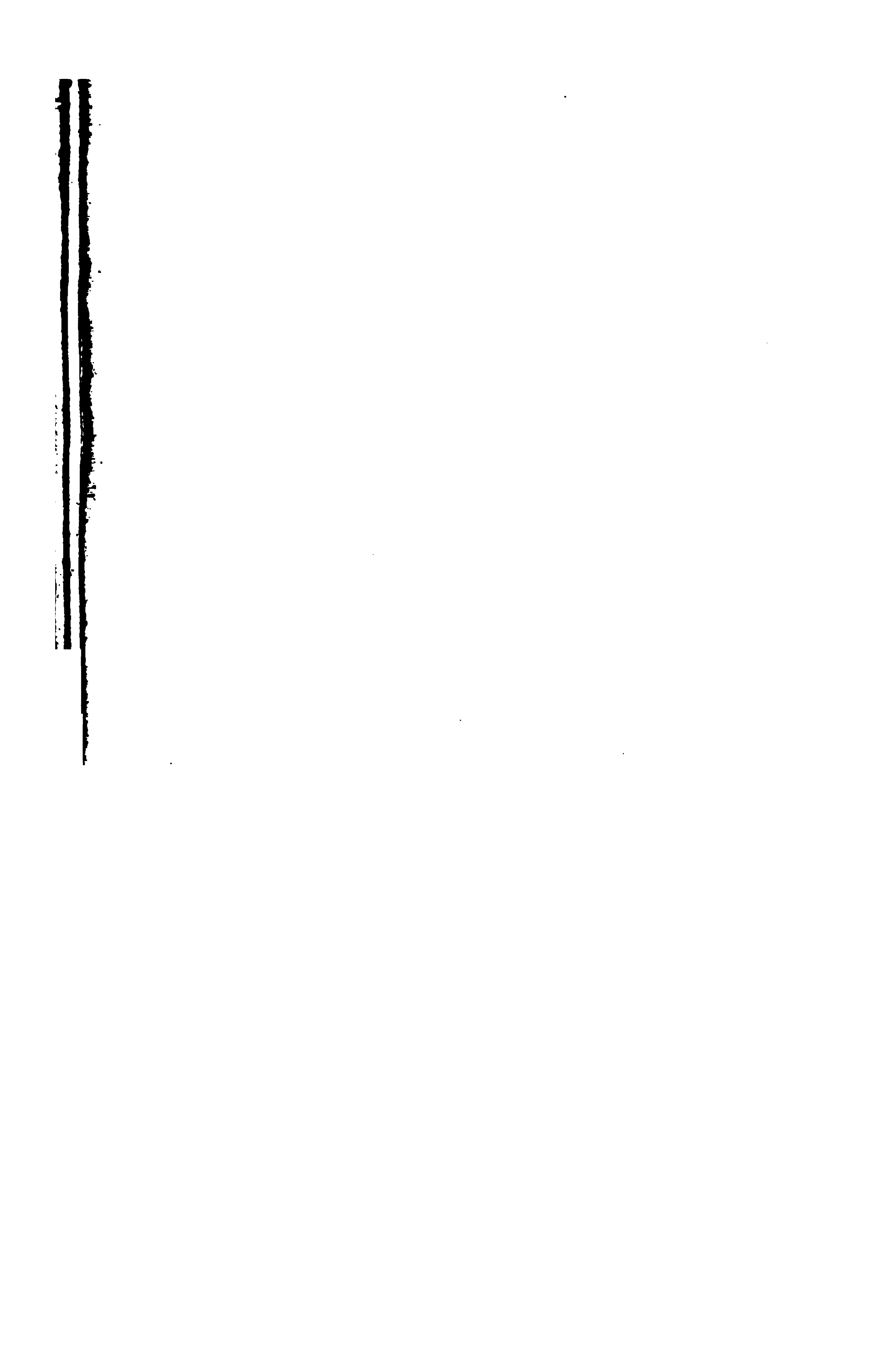
Gn. *Gneiss schistoïde.*
D. *Diorite schistoïde.*
A. *Amphibolite.*
Q. *Quartz hyalin.*
M. *Micacite.*
T. *Talcite.*

Fig. 3.

T
M
A
M
A
M
A
D
Gn
Q
Q

S.E. N.O.

Arthus Bertrand éditeur.
Hipte Bonnalet sculp.



Plans de la Baie de Valparaiso.



Levé en 1744
par D. Antonio de Ulloa.

Castillo Viejo
Valparaiso
Côte des Sept Sœurs

Levé en 1836
par les Officiers de l'Expédition de la Vénus.

Phare
Castillo Viejo
Valparaiso
Almendral
Côte des Sept Sœurs

Les sondes de l'un et l'autre plan sont données en brasses françaises.

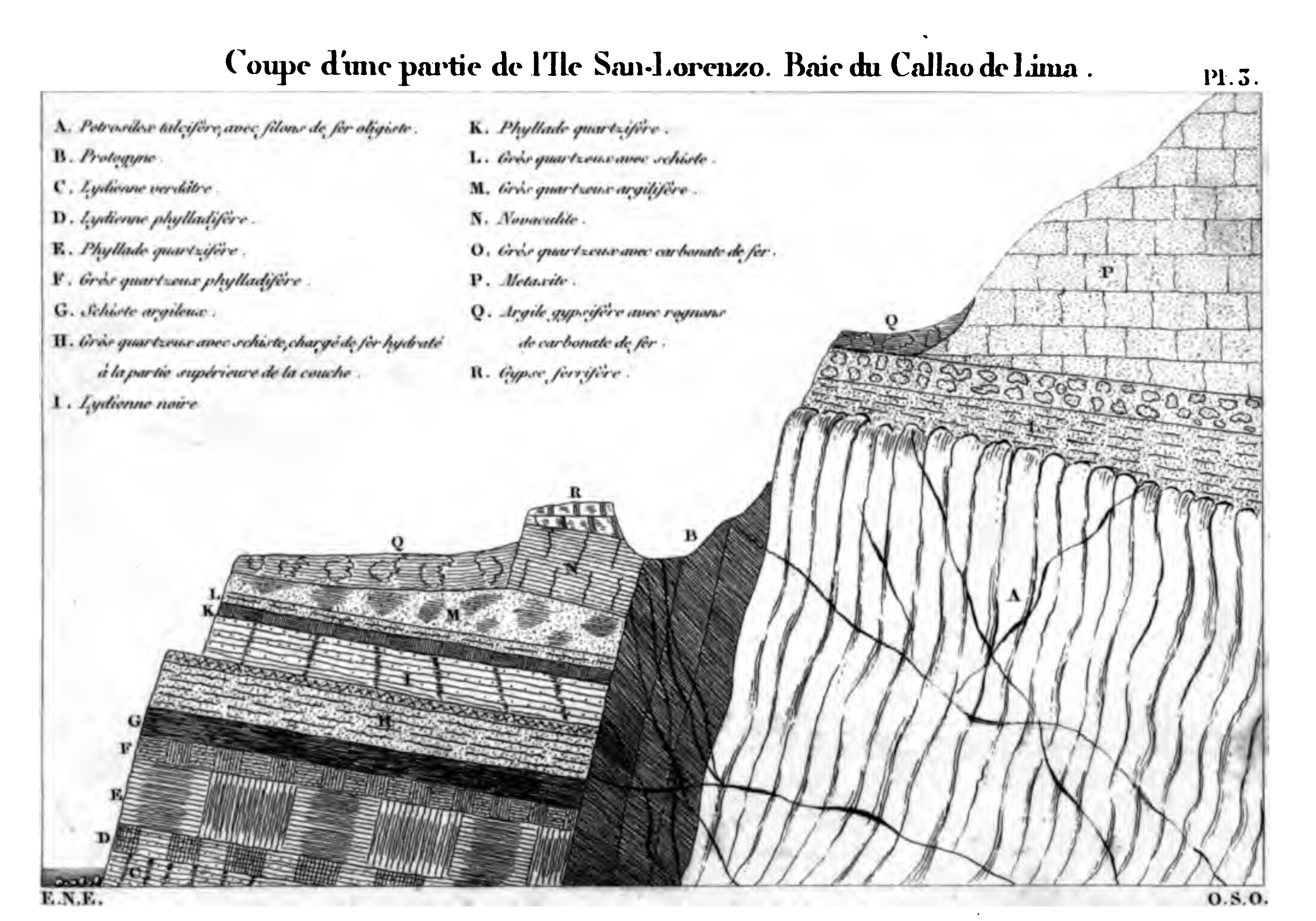
1 2 3

Echelle de trois milles marins, commune aux deux plans.

Arthus Bertrand éditeur. *Hip^te Bonvalet sculp.*



Coupe d'une partie de l'Ile San-Lorenzo. Baie du Callao de Lima. Pl. 3.



Arthus Bertrand éditeur.

Hipᵗᵉ Bonnalet sculp.



Terrains phylladiens et tertiaires de Payta (Pérou).

Pl. 4.



A. *Phyllade.*

B. *Grès phylladien.*

C. *Grès lustré.*

D. *Argile marneuse arenifère et gypsifère.*

E. *Sable quartzeux avec rognons de marnolite.*

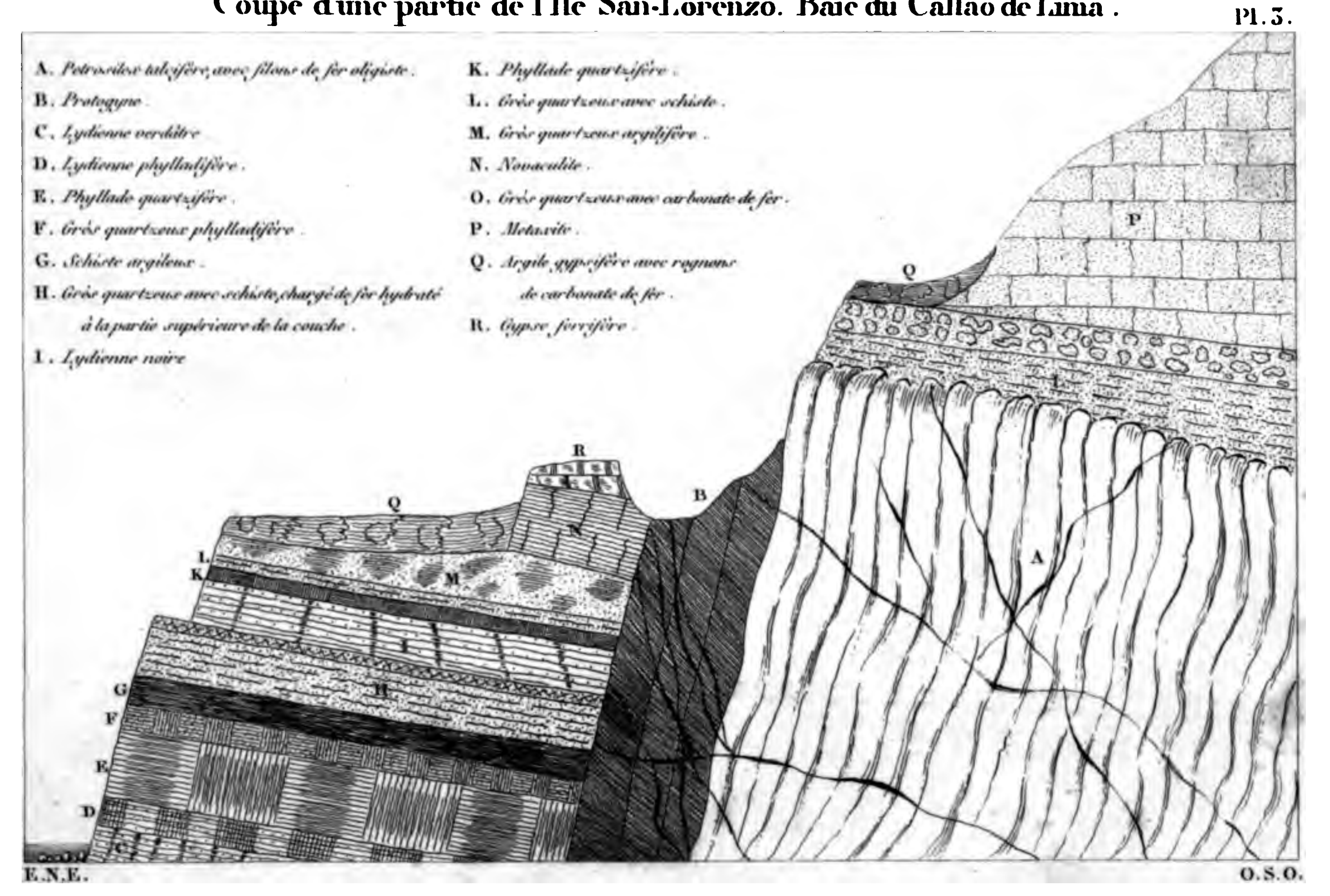
F. *Calcaire grossier.*

G. *Poudingue phylladien.*

H. *Grès quartzeux coquillier.*

Arthus Bertrand éditeur. *Hip.te Bouvalet sculp.*

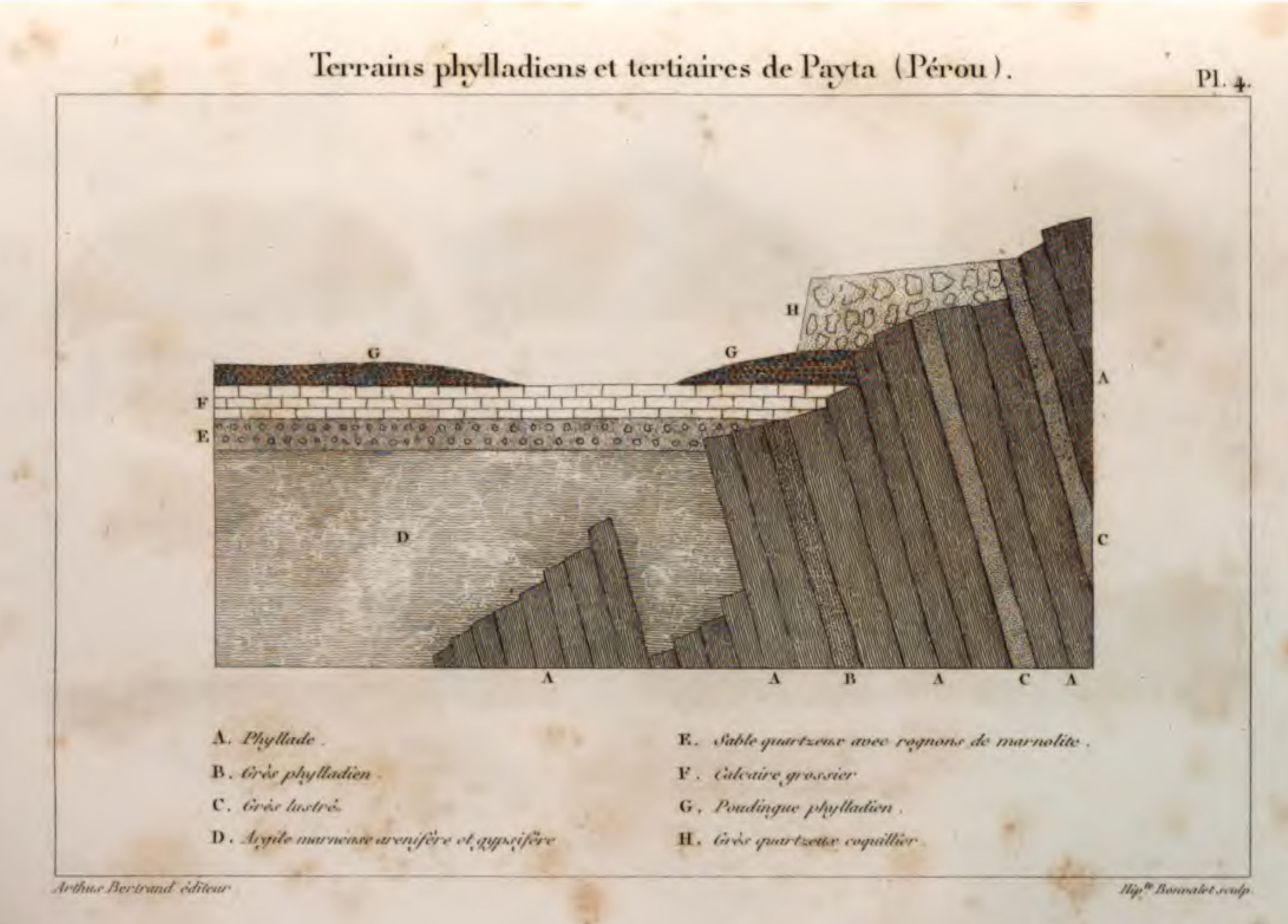
Coupe d'une partie de l'Ile San-Lorenzo. Baie du Callao de Lima.



Arthus Bertrand éditeur.

Hipᵗᵉ Bonnalet sculp.

Terrains phylladiens et tertiaires de Payta (Pérou). Pl. 4.



A. *Phyllade.*
B. *Grès phylladien.*
C. *Grès lustré.*
D. *Argile marneuse arenifère et gypsifère*
E. *Sable quartzeux avec rognons de marnolite.*
F. *Calcaire grossier*
G. *Poudingue phylladien.*
H. *Grès quartzeux coquillier.*

Arthus Bertrand éditeur — *Hip.te Bonnalet sculp.*



Arthus Bertrand éditeur

Hipte Bouvalot sculp.